



Cátia Marques Gonçalves

Licenciada em Ciências da Saúde

Avaliação do impacto dos procedimentos de confeção e regeneração na qualidade de produtos cárneos pré-cozinhados congelados

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia
e Segurança Alimentar

Orientador: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova
de Lisboa

Coorientadora: Dra Luísa Ferreira

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Benilde Simões Mendes

Arguente: Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando

Vogal: Prof. Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Setembro 2015



Cátia Marques Gonçalves

Licenciada em Ciências da Saúde

Avaliação do impacto dos procedimentos de confeção e regeneração na qualidade de produtos cárneos pré-cozinhados congelados

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia
e Segurança Alimentar

Orientador: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova
de Lisboa

Coorientadora: Doutora Luísa Ferreira



Setembro 2015

“Avaliação do impacto dos procedimentos de confecção e regeneração na qualidade de produtos cárneos pré-cozinhados congelados”© Cátia Marques Gonçalves, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade nova de Lisboa e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Numas breves palavras, manifesto um agradecimento a todos os intervenientes que directo e indirectamente permitiram a elaboração desta tese, em especial a todos os que partilharam as suas opiniões nas provas sensoriais.

Agradeço à Professora Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte a forma como orientou o meu trabalho mas, também, o seu incentivo nos momentos mais difíceis, a sua paciência, a sua dedicação e cordialidade.

Um especial agradecimento ao meu namorado pelo incentivo, pela disponibilidade, pelo apoio moral tão importante nesta fase e pelo constante estímulo intelectual e emocional. A contribuição do mesmo foi valiosa para a concretização e sobretudo finalização deste trabalho.

Agradeço à minha mãe e irmão, que em tantos momentos se viram privados do meu apoio e companhia, todo o estímulo e apoio incondicional em mais uma conquista da minha vida profissional.

Por fim, uma dedicatória ao meu Pai, falecido recentemente, que apesar de ausente me deu força e coragem para chegar ao fim de mais uma etapa da minha vida.

Resumo

Pretendeu-se com este trabalho fornecer mais informação sobre o efeito que os procedimentos de confecção e de regeneração têm nas características físico químicas e sensoriais de *nuggets* de frango e panados de peru pré-cozinhados e congelados. Assim, estudaram-se as propriedades físico-químicas e sensoriais de *nuggets* de frango e panados de peru após regeneração em forno, por fritura e em micro-ondas, em diferentes condições de tempo e de temperatura. Avaliou-se ainda o efeito do arrefecimento entre a fritura e a congelação e da aplicação de coberturas alternativas nas características físico-químicas e sensoriais de *nuggets* de frango.

Comparando o processo de regeneração em forno com o de fritura, ambos nas condições aconselhadas na embalagem, pode concluir-se que da regeneração por fritura resultam produtos com um teor de gordura muito superior quer ao nível da crosta, quer ao nível da massa, um teor em humidade mais reduzido e uma cor muito mais escura. Já no que diz respeito à regeneração em micro-ondas os produtos resultantes apresentam-se húmidos e com ausência de crocância. Das várias condições de regeneração em forno ensaiadas as que mostraram melhores intenções de compra por parte dos provadores foram a regeneração a 220°C durante 10 minutos, no caso dos *nuggets*, e 8 minutos a 180 °C, no caso dos panados de peru. Uma vez que estas não são as condições de regeneração aconselhadas na embalagem (10 minutos a 200 °C), os resultados obtidos apontam no sentido de poder ser vantajoso trocar a informação da embalagem.

Testaram-se cinco novas formulações para a cobertura dos *nuggets*, com a finalidade de obter produtos com melhor aceitação pelo consumidor. Das formulações testadas, as com gelatina foram aquelas que pareceram mais promissoras tendo em conta a intenção de compra do produto por parte dos provadores. Contudo, o padrão ainda conseguiu ser a amostra com mais intenções de compra positivas pelo que a implementação das novas formulações não parece traduzir uma melhoria significativa no produto.

Finalmente, os resultados obtidos apontam no sentido da existência de um tempo de arrefecimento antes da congelação poder ser vantajoso do ponto de vista da crocância, sabor, humidade e, consequentemente, intenção de compra do produto

Palavras-chave: *Nuggets* de frango, panados de peru, qualidade alimentar, procedimentos de regeneração

Abstract

This work aimed to provide more information about the effect that confection regeneration have on the physical, chemical and sensory characteristics of breaded pre-cooked and frozen products. To achieve this goal, physicochemical and sensory properties of breaded turkey and chicken nuggets, regenerated by heating in oven frying, and heating in microwave, under different conditions of time and temperature were evaluated. It was also evaluated the effect of cooling between frying and freezing and applying alternative covers on the physicochemical and sensory characteristics of chicken nuggets.

Comparing the product obtained by heating in oven frying, both in the conditions recommended in the package, it can be concluded that frying leads to products with a much higher fat content, a lower moisture content and a much darker color. In what concerns the microwave regeneration the resulting products have become moist and lack of crunchiness. In what concerns oven regeneration the conditions that most pleased the tasters were regeneration at 220 ° C for 10 minutes in the case of nuggets and 8 minutes and 180 ° C, in the case of breaded turkey. Since these are not the regeneration conditions recommended in the package, the results show that it may be advantageous to exchange the package information.

Five new formulations for nuggets covering were tested and results showed that the ones with gelatin were those that seemed most promising in view of the product purchase intention. However, these new formulations did not seem to translate a significant improvement in the product. Finally, the results point that the existence of a cooling time before freezing can be advantageous from the viewpoint of crispness, flavor, moisture, and consequently product purchase intent

Key-words: Chicken *nuggets*, breaded turkey, food quality, regeneration procedures.

Índice Geral

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice Geral	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Preparação do panado	1
1.1.1. Polvilhamento prévio	1
1.1.2. <i>Batter</i>	2
1.1.3. A camada de pão	4
1.2. Fritura	4
1.3. Congelação	6
1.4. Regeneração	7
1.4.1. Regeneração em forno	7
1.4.2. Regeneração por fritura	7
1.4.3. Regeneração em micro-ondas	8
1.5. Atributos de qualidade dos produtos panados	9
1.5.1. Aparência	9
1.5.2. Sabor, aroma e suculência	10
1.5.3. Textura	10
1.5.4. Crocância	11
1.5.5. Teor em humidade e em gordura	12
1.6. Objectivos do trabalho	13
Capítulo 2 – Materiais e Métodos	14
2.1. Propriedades Físicas	15
2.1.1. Peso	15
2.1.2. Aderência	15

2.1.3. Cor	16
2.2. Análises químicas	16
2.2.1. Determinação da humidade	16
2.2.2. Determinação da gordura	17
2.3. Formulação de novas coberturas para produtos panados	18
2.4. Alterações ao processo de fabrico dos <i>nuggets</i> de frango	19
2.5. Procedimentos de regeneração	19
2.5.1. Regeneração em forno eléctrico	20
2.5.2. Regeneração por fritura	20
2.5.3. Regeneração em micro-ondas	20
2.6. Análise Sensorial	20
2.7. Análise Estatística	21
Capítulo 3- Resultados e Discussão	22
3.1. Avaliação do efeito do tempo, temperatura e tipo de regeneração nas características físico químicas e sensoriais dos <i>nuggets</i> de frango	23
3.1.1. Regeneração no forno	23
3.1.2. Regeneração por fritura	31
3.1.3. Regeneração em micro-ondas	33
3.2. Avaliação do efeito do arrefecimento entre a fritura e a congelação nas características físico-químicas e sensoriais de <i>nuggets</i> de frango	35
3.2.1. Efeito na humidade, cor e peso	35
3.2.2. Análise Sensorial	37
3.3. Produção experimental de <i>nuggets</i> de frango com diferentes tipos de cobertura	38
3.4. Regeneração de panados de peru	43
3.4.1. Regeneração no forno	43
3.4.2. Regeneração por fritura	50
3.4.3. Regeneração em micro-ondas	53
Capítulo 4- Conclusão	55
Capítulo 5 – Bibliografia	57

Anexo I – Folhas de prova	60
---------------------------	----

Índice de Figuras

Figura 2.1: Balança utilizada na determinação do peso dos <i>nuggets</i> de frango e panados de peru	15
Figura 2.2: Colorímetro CR-300® (Minolta, Osaka, Japan)	16
Figura 2.3: Amostra nos pesa filtros após secagem de 24 h na estufa	17
Figura 3.1: Aspecto do <i>nugget</i> de frango após corte	23
Figura 3.2: Aspecto dos <i>nuggets</i> antes de sofrerem qualquer processo de regeneração	25
Figura 3.3: Aspecto dos <i>nuggets</i> após sofrerem regeneração em forno com várias combinações de tempo e de temperatura	26
Figura 3.4: Avaliação sensorial dos <i>nuggets</i> de frango regenerados a 200°C durante 5, 10 e 20 minutos	28
Figura 3.5: Avaliação sensorial dos <i>nuggets</i> de frango regenerados durante 10 minutos a 180, 200 e 220°C.	29
Figura 3.6: Avaliação sensorial da intensidade das características dos <i>nuggets</i> de frango regenerados a 200°C durante 5, 10 e 20 minutos	29
Figura 3.7: Avaliação sensorial da intensidade das características dos <i>nuggets</i> de frango regenerados durante 10 minutos a 180, 200 e 220°C	30
Figura 3.8: Aspecto dos <i>nuggets</i> após sofrerem regeneração por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos	32
Figura 3.9: Aspecto dos <i>nuggets</i> após sofrerem regeneração por micro-ondas	34
Figura 3.10: Aspecto dos <i>nuggets</i> de frango após regeneração	36
Figura 3.11: Resultados da preferência dos provadores relativamente a cada parâmetro analisado, para os <i>nuggets</i> T15 e T30 em comparação com o padrão	37
Figura 3.12: Intenção de compra do padrão e das amostras T15 e T30 por parte dos provadores	38
Figura 3.13: Aspecto dos <i>nuggets</i> de frango com diferentes tipos de cobertura, após regeneração (1: <i>nuggets</i> padrão, 2: dupla panagem, 3: panagem com gelatina no batter, 4: batter com 1% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico, 5: batter com 5% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico, 6: <i>nuggets</i> com banho final de gelatina)	40
Figura 3.14: Avaliação sensorial dos <i>nuggets</i> de frango com diferentes panagens	41
Figura 3.15: Avaliação sensorial da intensidade das características dos <i>nuggets</i> de frango com diferentes panagens	42
Figura 3.16: Verificação da aderência do panado de peru	44
Figura 3.17: Aspecto dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura	45
Figura 3.18: Avaliação sensorial dos panados de peru regenerados a 220 °C durante 8, 15 e 30 minutos	48

Figura 3.19: Avaliação sensorial dos panados de peru regenerados durante 8 minutos a 180, 200 e 220 °C.	48
Figura 3.20: Avaliação sensorial da intensidade das características dos panados de peru regenerados a 220°C durante 8, 15 e 30 minutos	49
Figura 3.21: Avaliação sensorial da intensidade das características dos panados de peru regenerados durante 8 minutos a 180, 200 e 220°C.	49
Figura 3.22: Aspecto dos panados de peru após sofrerem regeneração por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 8 minutos.	52
Figura 3.23: Aspecto dos panados de peru após sofrerem regeneração por micro-ondas.	53

Índice de Tabelas

Tabela 3.1: Diversas características para a escolha dos produtos	22
Tabela 3.2: Teor em humidade (%) da crosta e da massa dos nuggets de frango regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura	24
Tabela 3.3: Valores de L*, a* e b* dos <i>nuggets</i> de frango regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura	25
Tabela 3.4: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos <i>nuggets</i> de frango regenerados no forno durante 10 minutos a diferentes valores de temperatura	27
Tabela 3.5: Peso (%) dos <i>nuggets</i> de frango inteiro, da crosta e da massa regenerados no forno durante 10 minutos a diferentes valores de temperatura	27
Tabela 3.6: Intenção de compra dos provadores dos <i>nuggets</i> sujeitos a diferentes condições de regeneração	31
Tabela 3.7: Teor em humidade (%) e de gordura (%) da crosta e da massa dos <i>nuggets</i> de frango regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 6 minutos	31
Tabela 3.8: Valores de L*, a* e b* dos <i>nuggets</i> de frango antes de serem regenerados (tempo 0) e depois de serem regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 6 minutos	32
Tabela 3.9: Peso (%) dos <i>nuggets</i> de frango inteiro, da crosta e da massa regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 6 minutos	33
Tabela 3.10: Teor em humidade (%) e cor dos <i>nuggets</i> de frango regenerados em micro-ondas	34
Tabela 3.11: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos <i>nuggets</i> de frango regenerados em micro-ondas	34
Tabela 3.12: Peso (g) dos <i>nuggets</i> de frango inteiros, da crosta e das massas regenerados em micro-ondas	35
Tabela 3.13: Cor e teor em humidade (%) da crosta e da massa dos <i>nuggets</i> de frango após regeneração	36
Tabela 3.14: Peso (g) dos <i>nuggets</i> de frango inteiro, da crosta e da massa após regeneração	36
Tabela 3.15: Peso (g) dos <i>nuggets</i> com diferentes tipos de cobertura, após regeneração	40
Tabela 3.16: Valores de L*, a* e b* dos <i>nuggets</i> de frango com diferentes tipos de cobertura, após regeneração	41

Tabela 3.17: Intenção de compra (%) dos provadores dos <i>nuggets</i> de frango com diferentes panagens	43
Tabela 3.18: Teor em humidade (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura	44
Tabela 3.19: Valores de L*, a* e b* dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura	45
Tabela 3.20: Valores de L*, a* e b* dos panados de peru antes da regeneração	45
Tabela 3.21: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados no forno durante 8 minutos a diferentes valores de temperatura	46
Tabela 3.22: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados no forno durante 4,8,15 e 30 minutos a diferentes valores de temperatura	47
Tabela 3.23: Intenção (%) de compra dos provadores dos panados sujeitos a diferentes condições de regeneração	47
Tabela 3.24: Teor em humidade (%) e de gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos	51
Tabela 3.25: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 8 minutos	51
Tabela 3.26: Valores de L*, a* e b* dos panados de peru antes de serem regenerados (tempo 0) e depois de serem regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 8 minutos	52
Tabela 3.27: Teor em humidade (%) e cor dos panados de peru regenerados em micro-ondas	53
Tabela 3.28: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados em micro-ondas	54
Tabela 3.29: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados por micro-ondas	54

Capítulo 1 – Introdução

As mudanças sociais e culturais a que temos assistido nos últimos anos têm levado a que a procura por alimentos de conveniência, isto é alimentos de preparação rápida e fácil, tenha vindo a aumentar. Dentro deste grupo de alimentos encontram-se os produtos pré-cozinhados e congelados, que necessitam apenas de um rápido procedimento de regeneração para que possam ser consumidos. Exemplos de produtos desta categoria são os produtos panados de carne e de peixe, tais como, por exemplo, *nuggets* ou *cordon-bleu* (Albert *et al.*, 2009). Os alimentos panados são muito populares hoje em dia, e o seu consumo tem aumentado nos últimos anos, tanto nas sociedades mais industrializadas como nos países em desenvolvimento (Miranda *et al.*, 2010).

Os produtos panados apresentam uma estrutura tipo sanduíche, com camadas de composição diferente, particularmente em relação ao teor de plastificantes, tais como água ou óleo. O que é desejado nesses produtos é um interior macio e deformável rodeado por uma crosta seca, firme e crocante. Esta estrutura final é altamente dependente das composições do núcleo e da crosta após processamento, tais como, por exemplo, o teor em água, o tamanho do pedaço do alimento, e a composição do material de revestimento. Para além da composição, esta estrutura, também depende de algumas variáveis do processamento, tais como, por exemplo, o processo, o tempo e a temperatura de cozimento (Albert *et al.*, 2014).

A congelação destes produtos depois de cozinhados é de grande conveniência, quer para os estabelecimentos de restauração, quer para os consumidores em geral, uma vez que, este tipo de produtos, pode ficar pronto para ser consumido após um processo de regeneração fácil de executar e que pode durar apenas alguns minutos, não implicando assim a sua preparação um grande dispêndio de tempo ou de trabalho.

O processo de produção dos produtos panados pré-cozinhados e congelados envolve uma série de etapas, descritas nos pontos seguintes deste trabalho, que podem incluir um polvilhamento prévio, a passagem por um polme ou *batter*, a passagem por pão ralado, a fritura e a congelação. Em seguida, estes produtos terão de sofrer um processo de regeneração que pode ser efectuado por nova fritura, aquecimento em forno convencional ou em micro-ondas.

1.1. Preparação do panado

1.1.1. Polvilhamento prévio

O polvilhamento prévio consiste na aplicação de um material fino e seco sobre a superfície húmida do produto alimentar ainda antes de ser aplicado o *batter*. Este procedimento

é efectuado com o objectivo de melhorar a adesão na interface entre o produto e o *batter*, especialmente no caso dos produtos congelados. A falta de aderência nesta interface é considerada como um defeito grave de qualidade. O polvilhamento prévio tende facilitar a aderência das camadas seguintes, contribuindo para uma melhor aparência do produto final. Para além de ajudar na cobertura uniforme do revestimento seguinte, o polvilhamento prévio pode também actuar como um condutor de sabor, através da incorporação de diversas especiarias na sua composição (Albert *et al.*, 2009).

O polvilhamento prévio mais utilizado nos processos industriais é a farinha de trigo, no entanto, este polvilhamento pode igualmente ser efectuado com partículas finas de pão ou com uma combinação de pão e farinha. A utilização de amido de batata no polvilhamento pode melhorar a aderência do *batter*, amidos mais ricos em amilose originam produtos mais crocantes e com menos tendência para absorver gordura (óleo) aquando da fritura (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

1.1.2. *Batter*

O *batter* é uma mistura líquida constituída por água, farinha, amido e temperos onde os produtos são mergulhados, ou com a qual são pulverizados, antes da aplicação do pão com a finalidade principal de criar uma camada à qual o pão fique completamente ligado. Para além desta função, esta mistura actua como uma barreira à perda da humidade, garantindo assim um produto final macio e suculento por dentro e, ao mesmo tempo, crocante no exterior (Albert *et al.*, 2009).

Tal como no caso do polvilhamento prévio, o *batter* pode também conferir sabor, uma vez que nele podem, igualmente, ser incorporados temperos. A viscosidade do *batter* pode influenciar a maior ou menor ligação deste à massa de carne, a maior ou menor ligação da camada de pão bem como a textura do produto final. A viscosidade é influenciada pela composição, pela razão sólido/líquido, pela temperatura e pelo tempo e velocidade de mistura dos seus componentes (Brannan *et al.*, 2014). Os *batters* industriais actuais são sistemas de revestimento que podem ser formulados para melhorar diversas funcionalidades, tais como a redução da absorção de óleo, enquanto controla a retenção óptima de humidade, para melhorar a coesão e resistência da camada externa, para favorecer a aderência a uma variedade de superfícies de alimentos ou para criar e manter a crocância na crosta (Albert *et al.*, 2009).

A farinha é um dos elementos mais utilizados para a preparação do *batter*, promovendo a sua viscosidade e propriedades adesivas devido à formação do glúten. O glúten contribui para a textura e pode constituir uma barreira à absorção de óleo. A adição de farinha ao *batter* é tradicionalmente associada com uma melhoria da aderência e crocância do produto final (Breuil, 2001). A farinha também contém açúcares que podem sofrer caramelização durante o

aquecimento e contribuir para a cor e *flavor* do produto final. Embora a farinha de trigo seja a mais comum outras farinhas, como a de arroz, milho ou batata, também podem ser utilizadas. Em relação à utilização da farinha de trigo, a utilização da farinha de arroz diminui a quantidade de óleo absorvida durante a fritura mas é necessita da adição de outros ingredientes, como, por exemplo a metilcelulose, amido ou goma xantana, para conseguir ter uma boa viscosidade (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

A maioria das gomas alimentares tem um efeito significativo sobre a água livre disponível e sobre a reologia do *batter*. Para além de ajudar a reter a humidade, a adição de gomas melhora a estabilidade à congelação-descongelação. Deste modo, as gomas podem melhorar a qualidade dos produtos alimentares panados. A adição de hidratos de carbono, gomas, em particular, pode também melhorar a adesão do *batter* podendo ainda actuar como agentes crocantes (Chen *et al.*, 2008). Assim, a goma xantana e o amido oxidado foram ligados a uma boa adesividade (Albert *et al.*, 2009) e a hidroxipropil metilcelulose (HPMC) e a dextrina têm sido utilizados para aumentar a crocância (Albert *et al.*, 2012).

A adição de proteínas ao *batter* auxilia na estrutura do produto final. As proteínas são eficazes como agentes de ligação dos outros ingredientes, melhoram a capacidade de absorção de água da farinha (caso esta seja adicionada) melhorando a viscosidade do *batter*. As proteínas podem também ser utilizadas para reforçar a estrutura e textura, retardar as perdas de humidade e melhorar a cor e sabor da crosta (Mallikarjunan *et al.*, 2010). Em geral, a adição de proteínas acelera o escurecimento da massa durante a fritura, devido ao aumento dos grupos amino envolvidos nas reacções de Maillard. A utilização de proteínas também está associada com um aumento na capacidade de emulsão da massa, devido à presença de agrupamentos à base de água e à base de óleo. Além disso, as proteínas tendem a aumentar a capacidade de retenção de água (Olewinik & Kulp, 1993).

A albumina é uma das proteínas utilizadas na constituição do *batter*, sendo útil na ligação panado-massa de carne. A lecitina da gema do ovo pode actuar como emulsionante e contribuir para a estabilidade do *batter* enquanto que as proteínas da clara do ovo conferem uma melhor aderência. A adição do ovo tende a escurecer o produto final (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

A diminuição da absorção de óleo constitui um importante desafio no desenvolvimento dos produtos fritos, uma vez que permite obter produtos mais saudáveis e, por isso, mais em linha com as exigências dos consumidores. Os ingredientes adicionados para reduzir a absorção de óleo por parte dos produtos panados são tipicamente hidrocolóides proteicos ou não proteicos (gomas alimentares, derivados da celulose, pectinas, etc.). Estas moléculas actuam por diversos mecanismos que incluem a formação de uma barreira que limita a perda de água e a consequente absorção de óleo (Brannan *et al.*, 2014).

A capacidade das proteínas para funcionarem como agentes de redução da absorção de gordura tem sido estudada devido às suas propriedades de formação de géis. A incorporação no *batter* de 1 a 3% de proteínas do soro do leite causou uma diminuição significativa da quantidade de óleo absorvida pelos produtos panados. Resultados semelhantes foram obtidos com a utilização de ovalbumina, caseinato de sódio, gelatina ou proteína de soja (Brannan *et al.*, 2014).

Quando adicionadas ao *batter* quer a goma-xantana, quer a goma-guar, mostraram conseguir reduzir a absorção de óleo em *nuggets* de frango. Outros hidrocolóides, derivados de celulose, têm igualmente demonstrado bons efeitos na redução da absorção do óleo de fritura, como é o caso da HPMC e da metilcelulose que têm a propriedade de formar uma película de gel que aumenta a retenção de água e reduz a captação de gordura. Mallikarjunan *et al.* (2010) relata que os produtos formulados com *batters* contendo HPMC absorvem menos 26% de óleo após um ciclo de fritura de dois minutos do que os produtos formulados com um *batter* convencional sem este aditivo.

1.1.3. A camada de pão

A camada final do panado é constituída pelo pão. O pão é geralmente utilizado sob a forma de partículas finas (migalhas), sendo mais comum o pão branco sem a crosta. Neste caso, o panado resultante apresenta uma estrutura plana como flocos sendo de fácil sua utilização na linha de processamento. O tipo de pão utilizado pode influenciar a cor e a crocância do produto panado. Por exemplo, o pão ralado tipo americano (*American bread crumbs*) é um tipo de pão mais granulado que proporciona um bom realce durante a fritura, um maior escurecimento e que resulta num produto mais crocante devido à sua estrutura mais aberta, sendo mais caro que o pão tradicional. O pão ralado ao estilo japonês (*Japanese style crumbs*) tem um corte mais alongado, semelhante ao queijo ralado, apresentando uma estrutura mais delicada aberta e porosa, podendo ser facilmente quebrado. É um tipo de migalha mais cara devido às suas propriedades e utilizada em produtos de custo mais elevado (Brannan *et al.*, 2014).

1.2. Fritura

O processo de fritura consiste em processar os alimentos por imersão do produto em óleo quente durante um determinado período de tempo. Os óleos desempenham papéis funcionais e sensoriais importantes nos produtos alimentares fritos sendo importantes para o sabor, para desenvolver a textura e para a característica sensação na boca. No processo de fritura, o óleo serve como o meio de aquecimento e, tipicamente, atinge temperaturas entre os 175 e os 205 °C.

Durante o processo de fritura ocorre a perda de humidade e absorção do óleo. A parte exterior do produto ganha uma crosta crocante, devido à evaporação de água, enquanto a parte interior fica suculenta. Neste processo ocorre uma série de alterações químicas, tais como a perda de água, a absorção de óleo, a formação de crosta, a gelatinização do amido, de aromatização e mudança de cor através das reacções de Maillard, a hidrólise ou a oxidação e polimerização do óleo. Os resultados são produtos com qualidades únicas e distintivas de sabor, cor, aparência, sabor, aroma e textura (Teruel *et al.*, 2014).

Durante a fritura, a transferência de calor do óleo para o alimento, resulta na evaporação da água que este contém. Quando a água proveniente dos alimentos entra em contacto com o óleo formam-se bolhas à volta do alimento que está a ser frito. Essas bolhas criam condições de turbulência que promovem uma mais rápida transferência de calor. Com o passar do tempo, as bolhas vão desaparecendo devido à diminuição da quantidade de água existente no produto (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

Conforme anteriormente referido, a perda de água que ocorre durante a fritura dos alimentos é acompanhada por uma absorção de óleo. Esta absorção é influenciada pela temperatura do óleo, tempo de fritura, área superficial e teor em água do alimento. A perda de água por evaporação cria poros na estrutura do alimento pelos quais o óleo é absorvido. O aumento da temperatura leva, normalmente, a uma diminuição da absorção do óleo devido à diminuição do tempo que o alimento passa na fritadeira (Mallikarjunan *et al.*, 2010). Deste modo, o óleo de fritura pode tornar-se um ingrediente importante do alimento frito, porque a água é perdida e o óleo penetra no alimento. A quantidade elevada de gordura culinária absorvida durante o processo de fritura pode, em alguns casos, representar um terço do peso total do produto alimentar final e alterar drasticamente o perfil dos ácidos gordos dos alimentos (Miranda *et al.*, 2010).

Devido à sua simplicidade e versatilidade e às qualidades organolépticas dos produtos resultantes, a fritura é amplamente aceite como uma técnica de preparação de alimentos, o que levou a um aumento importante do consumo de alimentos fritos em todo o mundo. No entanto, vários estudos têm reconhecido que o consumo excessivo de gordura tem um efeito adverso significativo sobre a saúde, levando a um aumento da incidência de doença cardíaca coronária, cancro, diabetes ou hipertensão. Além disso, as temperaturas elevadas e o uso repetido do óleo de fritura podem originar a formação de produtos potencialmente tóxicos, como os que resultam da degradação térmica e oxidativa do óleo, ou das reacções entre os constituintes dos alimentos, como, por exemplo, a acrilamida (Teruel *et al.*, 2014). De acordo com as recomendações das autoridades científicas e organizações nutricionais, incluindo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), a ingestão de gordura na dieta deve, idealmente, representar entre 15% e 30% da energia total da dieta, e não mais de 10% da ingestão calórica deve ser de ácidos gordos. Consequentemente, tem havido um movimento crescente nos últimos anos para reduzir o teor de gordura nos produtos fritos (Miranda *et al.*, 2010). Desta

forma, têm vindo a ser desenvolvidos processos de fritura alternativos que permitam obter produtos fritos mais saudáveis, nomeadamente com menor teor em gordura e, se possível confeccionados a temperaturas mais baixas. Nestes novos processos encontram-se as fritadeiras a ar (*air fryers*), onde a fritura se dá por técnicas combinadas de calor de infravermelhos sem a utilização de óleo, e as fritadeiras a vácuo, onde os alimentos são fritos a uma pressão abaixo da pressão atmosférica, em condições em que o ponto de ebulição quer dos óleos, quer da água presente nos alimentos, são mais baixos (Teruel *et al.*, 2014).

1.3. Congelação

A congelação tem por objectivo conservar o produto a baixa temperatura a fim de preservar a sua integridade e qualidade, evitando alterações físico-químicas indesejáveis, como por exemplo as reacções oxidativas, susceptíveis de ocorrer na carne de aves pela sua elevada concentração em catalisadores de oxidação, como a hemoglobina e o ferro (Soyer *et al.*, 2010).

A velocidade do processo de congelação influencia directamente a qualidade do produto, num processo lento os produtos alimentares são colocados em câmaras de congelação com temperaturas entre os -4 e os -29 °C, podendo o processo demorar entre 3 a 72 h. Num processo rápido, a temperatura de congelação é mantida entre os -32 e os -40 °C, conseguindo-se uma congelação em menos de três minutos, os cristais de gelo neste caso, são consideravelmente inferiores quando comparados com o processo lento. Este processo geralmente recorre à ventilação forçada (Pereira, 2010). A faixa de temperaturas entre os 0 e os -4 °C é crítica pois é onde ocorre a maior taxa de formação de cristais de gelo, sendo portanto importante que se ultrapasse esta faixa o mais rapidamente possível, aumentando a velocidade de congelação.

Na congelação por corrente de ar podem congelar-se alimentos de forma irregular e obter produtos congelados rapidamente e de forma individualizada. Nos congeladores por corrente de ar faz-se circular ar frio, entre -30 e -40 °C, entre os 1,5 e 6 m/s, este tipo de equipamentos podem ser túneis estacionários ou possuir um tapete móvel que promova o deslocamento do produto ao longo do túnel. No caso dos túneis com tapete móvel este pode ter uma deslocação horizontal ou forma de espiral (*rotofreezer*), sendo que esta última opção permite uma considerável economia de espaço. Nestes túneis um tapete rolante, com velocidade e temperatura regulável transporta os produtos desde o local de confecção até ao local de armazenagem. Este tipo de congelação usa o ar como meio de transferência de calor, a circulação de uma corrente contínua de ar frio sobre o produto é responsável pela sua congelação (Pereira, 2010).

A adequada circulação de ar no interior do túnel é essencial para garantir uma boa transmissão de calor e uma eficiente homogeneização da temperatura, e evitar a ocorrência de

zonas de arrefecimento mais rápido. O fluxo de entrada e saída de ar têm de ser controlados, uma vez que grandes velocidades podem levar a uma excessiva perda da água presente na camada exterior do produto, podendo ainda representar um acréscimo do consumo energético por parte dos ventiladores (Pereira, 2010).

1.4. Regeneração

Os produtos pré-cozinhados e congelados podem ser regenerados de diversas formas: aquecimento em micro-ondas, aquecimento no forno ou por fritura. O processo de regeneração ideal será aquele que for mais fácil e rápido de executar e que, simultaneamente, permita obter produtos com os melhores atributos sensoriais, nomeadamente em termos de sabor e de textura. A textura é particularmente importante no caso da regeneração de produtos panados, uma vez que a crocância é um atributo especialmente apreciado neste tipo de produtos.

1.4.1. Regeneração em forno

A regeneração de alimentos pré-cozinhados no forno permite preparar os alimentos com um mínimo de gordura associada. A regeneração no forno a temperaturas mais elevadas resulta em avaliações melhores no que diz respeito a características como “assado”, “torrado” e “amargo”, o que se pode relacionar com o facto das temperaturas elevadas favorecerem as reacções de Maillard sem, no entanto, implicarem uma diminuição do desenvolvimento de sabor característico (Byrne *et al.*, 2002). Assim, a regeneração em forno de produtos panados, fritos e congelados, ao permitir a evaporação da água que emerge à superfície do produto, leva a produtos de boa textura crocante sem aumentar o seu teor em óleo como acontece no processo de regeneração por fritura.

1.4.2. Regeneração por fritura

A regeneração por fritura de produtos panados, fritos e congelados leva a produtos com elevada humidade no interior, baixa humidade na camada externa e boa crocância. Este processo de regeneração apresenta como ponto mais desfavorável o facto dos produtos resultantes apresentarem um maior teor em gordura na camada externa (Varela *et al.*, 2014). No entanto, a adição de ingredientes, tipicamente hidrocolóides proteicos ou não proteicos, que visam a redução da absorção de óleo por parte dos produtos panados durante a confecção por fritura, já anteriormente referida (ver ponto 1.1.2. *Batter*), pode, igualmente, levar a uma diminuição da absorção de óleo durante a regeneração por este mesmo método.

1.4.3. Regeneração em micro-ondas

A utilização do micro-ondas na preparação de alimentos tornou-se um procedimento popular em todos os países desenvolvidos, devido, em grande parte à vantagem da rapidez e facilidade de execução. Contudo, no caso dos produtos panados, a possibilidade de regeneração em micro-ondas nem sempre é possível uma vez que dele resulta o aparecimento de capas fritas moles e sem textura crocante (Kang & Chen, 2014). Os principais factores que impedem um aquecimento satisfatório de tais produtos são, por um lado, a sua própria composição em camadas com diferentes teores de humidade e, por outro lado, a natureza do aquecimento dos fornos de micro-ondas. Nestes fornos verifica-se uma condução das moléculas de água, sob a forma de vapor, das camadas mais internas do produto para a superfície, onde condensa. No entanto, temperatura dentro do forno de micro-ondas é menor do que 100 °C, não sendo por isso suficientemente elevada para que se verifique a evaporação da água, como acontece no aquecimento em forno convencional. Esta evaporação da água da camada externa acaba por desidratar a crosta, tornando o produto estaladiço (uma das suas principais características de qualidade). Assim, quando os produtos panados são regenerados em micro-ondas, a humidade é bombeada para a superfície fazendo com que a crosta fique encharcada (Albert *et al.*, 2012). Assim, um dos desafios que se levantam à indústria alimentar é o de desenvolver alterações no processo de preparação dos alimentos panados pré-fritos que permitam que estes sejam regenerados em micro-ondas mantendo os atributos sensoriais. As últimas tendências indicam que uma combinação de uma tecnologia de embalagem adequada e uma escolha equilibrada de ingredientes da formulação de alimentos pode ser uma solução parcial para o problema da perda de qualidade por meio de aquecimento por micro-ondas de alimentos panados congelados (Albert *et al.*, 2014).

Em relação aos processos de embalagem, Varela *et al.* (2008) estudaram os efeitos de um pacote protector, no caso de *nuggets* panados. Neste estudo os *nuggets* pré-confeccionados foram envoltos na protecção NeoCrisps®, que consiste num laminado flexível constituído por polietileno e papel de alumínio, e aquecidos no micro-ondas durante 1,15 minutos à potência de 800W. Depois de aquecidos os *nuggets* foram desembrulhados e deixados a repousar durante cerca de um minuto. Os autores verificaram que, quando comparados com *nuggets* regenerados por fritura, aquecimento em forno convencional ou aquecimento normal em micro-ondas, os *nuggets* com protecção apresentavam na camada interior igual teor em gordura e um teor inferior na camada externa. Em relação ao teor em humidade os *nuggets* com protecção apresentavam menor teor no interior e o segundo mais baixo na camada externa, logo a seguir aos *nuggets* regenerados por aquecimento no forno convencional. A menor percentagem de água na camada externa que estes *nuggets* apresentavam em relação aos que foram regenerados por aquecimento normal em micro-ondas resulta do calor gerado pela camada protectora permitir uma melhor evaporação da água à superfície dos *nuggets*. Em relação à textura embora a crocância dos *nuggets*

revestidos tenha sido inferior à dos *nuggets* regenerados por fritura ou por aquecimento em forno, foi significativamente superior à dos *nuggets* regenerados por aquecimento normal em micro-ondas.

Chen *et al.* (2008) estudaram o efeito da adição de hidrocolóides na textura dos *nuggets* regenerados em micro-ondas. Os autores verificaram que a adição HPMC a *nuggets* de peixe aumentava a sua resistência ao corte aquando do reaquecimento por micro-ondas, podendo este aumento estar relacionado com a gelificação térmica do revestimento, que adere à crosta crocante. Contudo, apesar de terem ficado um pouco mais duros os *nuggets* em cujo revestimento se utilizou HPMC apresentaram uma maior crocância do que os *nuggets* sem este revestimento.

Um estudo recente (Albert *et al.*, 2014) analisou a influência de certos ingredientes na camada panada de *nuggets* de frango pré-cozinhados, quando regenerados por micro-ondas, comparando uma mistura de farinha de trigo, amido de milho pré-gelatinizado, sal e goma de agar (1:6 sólido/água), com ovo batido totalmente pasteurizado. Este estudo chegou à conclusão que a mistura de farinha apresentava melhores características finais quando aquecida no micro-ondas, em relação ao ovo. Este estudo concluiu igualmente que a aplicação de uma dupla camada de revestimento é uma maneira de alcançar uma maior resistência estrutural e também, obviamente, maiores rendimentos. A escolha de um ou dois revestimentos podem também ser feitos por razões sensoriais (Albert *et al.*, 2014).

Noutro estudo (Kang & Chen, 2014), analisou-se o efeito do enriquecimento do *batter* de *nuggets* de peixe com microcápsulas de quitosano e sílica. A adição das microcápsulas ao *batter* (numa concentração de 1g/100 mL) resultou em *nuggets* com uma consistência mais crocante quando regenerados por micro-ondas. As microcápsulas provocaram um aumento da temperatura e da pressão de vapor durante o aquecimento em micro-ondas o que reduziu a migração da humidade.

1.5. Atributos de qualidade dos produtos panados

Os produtos panados são, regra geral, avaliados pelos consumidores com base em atributos de qualidade que incluem a aparência, o sabor e aroma, o teor em humidade e gordura, a textura e, a crocância, que é a talvez uma das propriedade mais importantes que determinam a aceitação do consumidor, que procura um produto com uma camada exterior crocante que contraste com o interior macio (Varela *et al.*, 2008; Piqueras-Fiszmn *et al.*, 2013).

1.5.1. Aparência

A aparência inclui a cor e o aspecto estético geral produto (uniformidade da camada exterior, aderência do revestimento, ausência de bolhas por baixo do revestimento, etc.). Estas características são largamente afectadas pela composição do *batter*, pelo tipo de pão, pelo tipo

de óleo e pelas condições em que é realizada a fritura. A tonalidade dourada é normalmente a mais apreciada neste tipo de produtos. A adição de açúcares redutores leva a um maior escurecimento dos produtos devido, por um lado a uma maior extensão das reacções de Maillard e, por outro lado à ocorrência de reacções de caramelização (Mallikarjunan *et al.*, 2010). A cor pode ser medida com recurso a instrumentos específicos, os colorímetros, que permitem aferir as componentes espectrais do revestimento.

1.5.2. Sabor, aroma e suculência

O sabor e o aroma dos alimentos determinam a vontade dos consumidores para os consumirem ou para os rejeitarem. Estas características dependem do tipo de carne, dos temperos adicionados, dos constituintes de todas as camadas do revestimento, da temperatura e tempo de fritura, bem como das características do óleo. A suculência do produto é outro atributo importante na avaliação dos produtos panados. Este atributo pode ser definido como a quantidade de suco que se liberta durante o consumo. Os produtos panados não devem ser demasiado secos, mas também não devem ser exudativos ou empapados (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

1.5.3. Textura

A textura desempenha um papel importante na percepção da qualidade dos alimentos por parte dos consumidores. Qualquer textura do alimento é amplamente ligada às suas propriedades mecânicas, que, em princípio, são uma consequência directa da microestrutura interna dos alimentos. A textura é considerada um atributo multidimensional que compreende um número de diferentes propriedades texturais. A textura é muitas vezes descrita por características sensoriais tais como a elasticidade, a maciez, a dureza ou a adesividade (Gondek *et al.*, 2013).

A textura do produto final depende de todos os ingredientes utilizados na formulação e da forma como se processam todas as etapas de preparação, nomeadamente, o modo de aplicação da cobertura ou as condições de fritura, sendo o volume total do revestimento uma das características mais importantes para a determinação da textura (Mallikarjunan *et al.*, 2010). As proteínas do *batter* fornecem estrutura e aumentam os valores do revestimento e do rendimento final dos produtos fritos. O glúten é uma substância resistente e elástica que funciona como uma rede que mantém as bolhas de ar no *batter*. A adição de glúten é tradicionalmente associada a uma maior adesividade nos produtos finais (Breuil, 2001; Chen *et al.*, 2008). No entanto, dependendo da quantidade e qualidade de glúten e da água disponível, a estrutura resultante pode ser tão firme como a massa de pão ou tão fluida como o *batter*, logo é possível determinar, assim, a textura dos produtos (Chen *et al.*, 2008).

As propriedades texturais podem ser percebidas através da força que é necessária para que a língua ou os dentes possam deformar o produto. Ao longo dos anos, uma vasta gama de testes instrumentais foram utilizados, tanto na pesquisa como na indústria, para avaliar a textura dos alimentos, e um grande esforço tem sido despendido para melhorar os instrumentos e as técnicas de medição para a estimativa significativa das propriedades da textura (Chen & Opara, 2013). Dentro dos métodos propostos para medir as características de textura dos alimentos encontram-se os que envolvem técnicas como a compressão, a penetração, o procedimento acústico e análise sensorial (Altamirano-Fortoul *et al.*, 2013). Embora a melhor avaliação da textura seja levada a cabo pelos sentidos humanos durante a alimentação, os métodos sensoriais não são convenientes para a uma análise de rotina. Além disso, os resultados obtidos por diferentes painéis sensoriais são difíceis de comparar. Porém, tem sido demonstrado que o som produzido durante a desintegração da comida desempenha um papel importante na percepção da textura dos produtos alimentares. Às vezes, esses sons descrevem a qualidade global de um produto alimentar melhor do que qualquer outra característica sensorial (Gondek *et al.*, 2013). Apesar de ser possível medir as várias propriedades mecânicas dos alimentos com bastante precisão em laboratório, a relação entre esses resultados e a percepção *in-boca* de um item alimentar é, por vezes, muito difícil de relacionar. Em termos do controle da qualidade, no entanto, é interessante medir e controlar as propriedades dos produtos alimentares. Deste modo, os métodos instrumentais são mais rápidos e mais fáceis de aplicar do que os métodos sensoriais (Piqueras-Fiszman *et al.*, 2013).

1.5.4. Crocância

A crocância é um dos atributos mais importantes e desejáveis dos alimentos de baixa humidade (Gondek *et al.*, 2013). Esta é uma propriedade textural típica dos produtos fritos revestidos que depende dos ingredientes, da formulação e do processo, podendo ser bastante influenciada pelo tempo e temperatura de confecção. O revestimento reduz a desidratação, ajuda no escurecimento e melhora a textura, fornecendo a crocância. Nos produtos panados, a deformação da camada exterior, enquanto se come é certamente um resultado do comportamento mecânico da crosta, mas também depende da mecânica do núcleo não crocante, onde as forças de cisalhamento e compressão são misturadas (Varela *et al.*, 2008).

A crocância pode ser detectada no momento em que se trinca o produto panado, sendo que a sua ausência se traduz em produtos demasiado duros ou em produtos demasiado moles. Na realidade esta característica relaciona-se directamente com a fragilidade que a crosta apresenta ao acto de trincar (Varela *et al.*, 2008). Idealmente, o revestimento deve exibir uma estrutura que apresente alguma resistência à dentada inicial mas que depois se desfaça rapidamente na boca do consumidor (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

Antonova *et al.* (2004, citado em Varela *et al.*, 2008) encontraram diferenças significativas na crocância sensorial dos *nuggets* de frango: amostras fritas foram significativamente mais crocantes do que amostras confeccionadas em forno de convecção ou em forno de micro-ondas.

A crocância parece estar positivamente relacionada com o teor em amilose da cobertura, devido a limitar a desintegração da estrutura dos grânulos de amido. A adição de farinha de arroz pré-gelatinizada parece melhorar a crocância mas aumenta também a absorção de óleo devido à natureza porosa que confere ao produto frito (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

A importância da crocância na aceitação dos alimentos panados criou a necessidade de definir e medir essa percepção. A crocância expressa a resistência à mastigação e pode ser examinada através de testes de compressão. No entanto, estudos relacionados com a crocância em produtos com um núcleo de alta humidade têm sido limitados e inconclusivos (Varela *et al.*, 2008).

1.5.5. Teor em humidade e em gordura

Um problema associado ao consumo de panados e a alimentos fritos panados é a grande quantidade de óleo absorvida durante os processos de pré-fritura e fritura (Varela *et al.*, 2008). Assim, a investigação sobre produtos panados nas últimas décadas tem-se centrado em pesquisar uma fórmula para controlar a qualidade dos produtos fritos, principalmente estudar formas de reduzir a quantidade de gordura absorvida durante a fritura (Chen *et al.*, 2008). O desejado é encontrar produtos suculentos mas com menor teor em gordura. Para isso é necessário desenvolver processos que permitam controlar a transferência de humidade, de modo a manter o interior suculento, e previnam a absorção de óleo durante o procedimento de fritura. A retenção da humidade no interior do produto panado é importante não só para que o produto fique suculento mas também para aumentar o seu peso, o que traz vantagens do ponto de vista comercial (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

Diversos trabalhos em que se estudou a relação entre o teor em humidade do produto inicial e a absorção de gordura, apontaram no sentido de um elevado teor em humidade conduzir a uma maior absorção de gordura durante a fritura. Um teor baixo de humidade no produto inicial, presumivelmente, diminui o volume interno que pode vir a ser ocupado pelo óleo e diminui o tempo de fritura (Mallikarjunan *et al.*, 2010).

1.6. Objectivos do trabalho

A presente dissertação tem como objectivo geral a avaliação do impacto dos procedimentos de confecção e regeneração na qualidade de produtos cárneos pré-cozinhados congelados. Mais concretamente, esta dissertação tem por objectivos específicos:

- 1) Avaliar o efeito do tempo, temperatura e tipo de regeneração (forno, fritura ou micro-ondas) nas características físico químicas (cor, teor em gordura, teor em humidade, peso e aderência) e sensoriais de *nuggets* de frango e panados de peru;
- 2) Avaliar o efeito do arrefecimento entre a fritura e a congelação nas características físico-químicas (cor, teor em gordura, teor em humidade, peso e aderência) e sensoriais de *nuggets* de frango;
- 3) Produção experimental de *nuggets* de frango com diferentes tipos de cobertura e avaliar o resultado do ponto de vista sensorial.

Pretendeu-se com este trabalho fornecer mais informação para a definição do tempo, temperatura e tipo de regeneração nas características físico químicas e sensoriais dos *nuggets* de frango e panados de peru, de forma a determinar a qualidade dos mesmos, e as condições para a sua produção, para que estes sejam seguros e apropriados para consumo humano, mantendo as características associadas, nomeadamente o facto de estarem identificados como produtos crocantes.

Capítulo 2- Materiais e Métodos

Este trabalho foi realizado em colaboração com uma empresa que produz, entre outros produtos panados de peru e *nuggets* de frango. Esta empresa faz parte de um dos maiores grupos agro-alimentares no sector avícola do país e iniciou a sua actividade industrial na década de sessenta, tornando-se logo uma grande referência agro-industrial nacional, por ter sido pioneira no processamento de carne de aves tendo introduzido no mercado produtos desmanchados de aves embalados e de charcutaria de aves.

A empresa desenvolve a sua actividade sempre na perspectiva da inovação, da criação de novos produtos sustentados pela procura e evolução do mercado e, fundamentalmente, pela satisfação do cliente e pela qualidade global, concretizada pelos vários factores, desde a eficiência e prontidão na distribuição, passando pela qualidade do produto, até à flexibilidade da produção para as especificidades e exigências do cliente. Esta empresa elegeu os supermercados e hipermercados como mercado alvo com o objectivo de responder eficazmente a novas exigências do mercado, nomeadamente por apresentar novos produtos em embalagens inovadoras, adaptados às necessidades das famílias modernas condicionadas pela vida das grandes cidades.

Os produtos produzidos pela empresa abrangem várias gamas desde produtos inteiros e desmanchados, preparados, preparados pré-cozinhados, transformados, pronto-a-comer, pastelaria salgada e congelada e pratos cozinhados. Presentemente a empresa continua líder ao apresentar aos consumidores soluções diversificadas e abrangentes de produtos que vão desde os tradicionais cortes de frango e charcutaria de aves, passando pelos úteis e sempre disponíveis pré-cozinhados, até aos cómodos e deliciosos produtos pronto-a-comer. Por tudo isto a empresa é no presente uma empresa moderna, dinâmica e inovadora que constitui uma referência de qualidade com uma conhecida imagem de marca em que a confiança e preferência dos consumidores tem constituído a alavanca dinamizadora da evolução da empresa que se reflecte no mais nobre objectivo, de oferecer produtos seleccionados que pela experiência da qualidade, garantem uma alimentação mais segura, equilibrada e saudável (informação fornecida pela empresa).

Para uma melhor compreensão sobre a elaboração de todo o processo de produção, numa primeira etapa, o trabalho de pesquisa e levantamento de dados foram realizados na empresa. Enquanto, o trabalho experimental foi realizado no Departamento de Ciências e Tecnologia da Biomassa da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Este trabalho englobou a avaliação analítica dos parâmetros como a cor, aderência, gordura, humidade e peso e a avaliação sensorial dos parâmetros como cor, aroma, crocância, dureza, humidade, gosto, gordura, intenção de compra da amostra e do padrão (amostra regenerada nas condições indicadas na embalagem). Os *nuggets* de frango e os panados de

peru analisados neste trabalho foram produzidos e embalados em Portugal e gentilmente cedidos pela empresa produtora.

2.1. Propriedades físicas

Foi realizada a caracterização física dos *nuggets* de frango e dos panados de peru, por recurso à análise do peso, do perfil de aderência após a regeneração e determinação da cor.

2.1.1. Peso

Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro do peso unitário de cada *nugget* de frango e panado de peru. Os resultados correspondem ao valor médio de três pesagens independentes e respectivo desvio padrão.



Figura 2.1: Balança utilizada na determinação do peso dos *nuggets* de frango e panados de peru.

2.1.2. Aderência

Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro da aderência de cada *nugget* de frango e panado de peru através da observação visual. Para tal, os produtos foram cortados em segmentos e foi observada a ausência de zonas com falta de aderência entre a massa e a cobertura.

2.1.3. Cor

A análise da cor foi realizada utilizando um colorímetro CR-300® (Minolta, Osaka, Japan) (Figura 2.2). A determinação das coordenadas L^* , a^* e b^* foi efetuada de acordo com o sistema definido pela “Comission Internationale de L'éclairage – CIE 1976 $L^*a^*b^*$ Uniform Colour Space” usando, para calibração, o branco padrão ($L^* = 92,25$; $a^* = -0,64$; $b^* = 4,03$), em que L^* representa a luminosidade da cor que varia entre zero (negro) a 100 (branco), a^* corresponde à variação verde a vermelho (-60 é verde e +60 é vermelho) e b^* corresponde à tonalidade situada entre azul e amarelo (-60 é azul e +60 é amarelo) (Alvarenga *et al.*, 2011). O colorímetro foi colocado na superfície do *nugget* de frango ou do panado de peru, na zona mais uniforme do mesmo, para a leitura. As leituras foram todas efectuadas em triplicado, correspondendo os valores apresentados às médias das três leituras e respectivo desvio padrão.



Figura 2.2: Colorímetro CR-300® (Minolta, Osaka, Japan).

2.2. Análises químicas

2.2.1. Determinação da Humidade

Para a determinação da humidade usou-se o método gravimétrico (AOAC, 1990). Neste método, a humidade é obtida a partir da diferença de massa da amostra determinada após secagem em estufa (WTB binder E28) a 103 ± 2 °C durante vinte e quatro horas, repetida até peso constante (Figura 2.3). Assim, pesou-se rigorosamente em balança analítica (Mettler

Toledo AB204) cerca de 1 g de amostra, separada em crosta e massa, para um pesa filtro, previamente seco em estufa à temperatura de 103 ± 2 °C e arrefecido num exsicador. Todas as análises foram efectuadas em triplicado correspondendo os resultados apresentados às médias das três análises e respectivo desvio padrão.

A determinação da humidade foi efectuada de modo a permitir exprimir todas as concentrações em relação à matéria seca (m.s).

O teor de Humidade (%H), será expresso pela fórmula:

$$\%Humidade(\%H) = \frac{P1 - P2}{P1 - P3} \times 100$$

Em que:

P1 é o peso da amostra juntamente com o pesa filtro (g)

P2 é o peso da amostra seca juntamente com o pesa filtro (g)

P3 é a tara do pesa-filtro (g)



Figura 2.3: Amostra nos pesa filtros após secagem de 24 h na estufa.

2.2.2. Determinação da gordura (AOAC, 1990)

Para avaliar a variação do teor em gordura das diferentes amostras pesou-se 1 g de amostra (balança digital METTLER TOLEDO AB204, $d=0,1$ mg ($\pm 0,1$ mg)), separada em crosta e massa, para um erlenmeyer, onde se adicionou 9 mL de água desionizada e 1 mL de NH_4OH

(25% de Amoníaco (NH₃)) (Riedel-de-Haen) e aqueceu-se num banho a 50 °C, durante, aproximadamente, vinte minutos. Adicionaram-se então três gotas de fenoftaleína (Panreac) e neutralizou-se com HCl 1M, adicionando-se posteriormente 10 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado (37% pureza, Fisher). Aqueceu-se no banho a 95 °C durante, aproximadamente, vinte minutos, e após arrefecimento, transferiu-se o conteúdo do erlenmeyer para uma ampola de decantação. Foram feitas duas lavagens do erlenmeyer, primeiramente com 10 mL e de seguida com 25 mL de hexano. Após cada adição de hexano, agitou-se a ampola e abriu-se a válvula de arejamento de forma a libertar os gases produzidos durante a agitação. Procedeu-se à extracção com hexano, transferindo-se a fase aquosa para o erlenmeyer inicial e a fase orgânica para um balão de fundo raso previamente seco em estufa WTB binder E28) a 103 ± 2 °C, arrefecido em excicador e pesado (balança digital METTLER TOLEDO AB204). Este processo repetiu-se novamente com duas lavagens do erlenmeyer com 15 mL de hexano cada.

O balão contendo a fase orgânica foi aquecido de modo a que todo o hexano fosse evaporado e recuperado em soxhlet. Após esta operação o balão foi seco em estufa (WTB binder E28) a 103 ± 2 °C, arrefecido em excicador e pesado (balança digital METTLER TOLEDO AB204).

O teor de Gordura (%G), será expresso pela fórmula:

$$\% \text{ gordura (\%G)} = \frac{\text{gordura (g)}}{\text{amostra (g)}} \times 100$$

Em que:

gordura(g) = peso do balão com gordura (g) - peso do balão tarado (g)

Os resultados foram expressos em % (m/m). Todas as análises foram efectuadas em duplicado correspondendo os resultados apresentados às médias das duas análises e respectivo desvio padrão.

2.3. Formulação de novas coberturas para produtos panados

Para tentar melhorar as características sensoriais (cor, aroma, sabor, crocância, humidade, gordura e dureza) dos produtos panados efectuaram-se *nuggets* de frango com diferentes coberturas:

1. *Nuggets* com cobertura padrão: *batter* padrão e pão ralado;

2. *Nuggets* com dupla panagem: nestes *nuggets* o procedimento de panagem foi efectuado por duas vezes de forma sequencial com o mesmo *batter* e pão ralado utilizado na cobertura padrão;
3. *Nuggets* com gelatina no *batter*: Dissolveu-se a quente uma folha de gelatina na água utilizada na preparação do *batter*, tendo o restante procedimento sido igual ao dos *nuggets* com cobertura padrão;
4. *Nuggets* com 1% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico (E407a) adicionado ao *batter*;
5. *Nuggets* com 5% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico (E407a) adicionado ao *batter*;
6. *Nuggets* com cobertura final de gelatina: os *nuggets* foram panados com a cobertura padrão e antes de fritar foram mergulhados em água com gelatina dissolvida.

Após as panagens os *nuggets* foram fritos em óleo girassol a 180 °C durante 2 minutos. Em seguida, foram colocados sobre papel absorvente e finalmente acondicionados em caixas e congelados em arca a - 40 °C. No dia seguinte, os *nuggets* foram regenerados em forno durante 10 minutos a 200°C (condições de regeneração aconselhadas na embalagem).

2.4. Alterações ao processo de fabrico dos *nuggets* de frango

A alteração ao processo de fabrico dos *nuggets* de frango realizado teve avaliar o efeito da existência de um período de arrefecimento entre a fritura e a congelação. Para isso, como retiraram-se alguns *nuggets* do processo que foram colocados à temperatura ambiente durante um tempo extra de 15 minutos e 30 minutos, antes de entrar no *rotofreezer* para serem congelados. Neste contexto, avaliou-se o efeito que a existência de um período de arrefecimento, de 15 e de 30 minutos, antes do início da congelação pode posteriormente ter na regeneração em forno. As amostras assim obtidas foram posteriormente regeneradas por aquecimento em forno a 200 °C, durante dez minutos (condições de regeneração aconselhadas na embalagem).

2.5. Procedimentos de regeneração

Foram avaliados três processos de regeneração diferentes. Assim, avaliou-se a regeneração em forno convencional eléctrico (Délonghi, EO2435, espécie sfornatutto Midi com uma capacidade de 24 litros), fritura em óleo girassol e micro-ondas.

2.5.1. Regeneração em forno eléctrico

A regeneração dos *nuggets* de frango no forno eléctrico foi realizada a quatro temperaturas diferentes (150, 180, 200 e 220 °C), durante quatro tempos diferentes (5, 10, 20 e 30 minutos). As condições aconselhadas na embalagem para a regeneração deste produto (condições padrão) são de aquecimento a 200 °C, durante 10 minutos.

No caso dos panados de peru estes foram regenerados por aquecimento a 180, 200 e 220 °C, durante 4, 8, 15 e 30 minutos em forno convencional eléctrico. Neste produto as condições de regeneração aconselhadas na embalagem (condições padrão) são de aquecimento a 220 °C durante 8 minutos. É importante salientar que entre a regeneração e as análises analíticas ocorreu um tempo de espera aproximadamente de 20 minutos.

2.5.2. Regeneração por fritura

O processo de regeneração em fritura realizou-se em óleo 100% girassol, numa placa eléctrica, onde foram introduzidos dois *nuggets* de cada vez. Os *nuggets* foram virados a meio do tempo de fritura. Foram realizados no caso dos *nuggets* quatro diferentes tempos de fritura, nomeadamente 1, 2, 4 e 6 minutos a 180 °C, sendo que as condições aconselhadas na embalagem (condições padrão) são de 6 minutos a 180°C. No caso dos panados de peru estes foram fritos durante 1, 2, 4 e 8 minutos a 180 °C igualmente em óleo 100% girassol, sendo que as condições aconselhadas na embalagem (condições padrão) são de 4 minutos a 180 °C. Tal como os *nuggets* de frango, também os panados foram voltados a meio do tempo de fritura.

2.5.3. Regeneração em micro-ondas

Na regeneração em micro-ondas os produtos foram regenerados a 900W durante 1 e 2 minutos na presença e na ausência de água, no caso dos *nuggets*, e a 900W durante 2 e 3 minutos na presença e na ausência de água, no caso dos panados de peru.

2.6. Análise Sensorial

Após a realização de todas as regenerações foi realizada uma prova hedónica, dos *nuggets* de frango, de acordo com o questionário apresentado no Anexo I. A prova foi realizada apenas nos *nuggets* de frango e panados de peru regenerados em forno. Participaram entre catorze e quinze provadores em cada teste de aceitabilidade (em que a maioria dos provadores apresentava uma média de idades entre 20 e 30 anos). Os provadores eram essencialmente bolseiros, estudantes de mestrado e de doutoramento e docentes da FCT-UNL. A selecção foi

baseada na disponibilidade e vontade que os participantes da prova mostraram. As amostras foram servidas em pratos brancos de plástico, à temperatura ambiente. As amostras foram apresentadas partidas em três partes aos provadores. Foi pedido aos provadores, após degustação, o favor de apontarem as suas avaliações relativamente aos atributos da qualidade do produto, em termos da cor, aroma, sabor, crocância, humidade, gordura e dureza numa escala de 7 pontos (de 1= desgosto totalmente a 7=gosto totalmente) (Kamleh *et al.*, 2012). A avaliação dos *nuggets* foi feita também de forma quantitativa. Foi solicitado aos provadores para avaliarem a intensidade da cor, aroma, sabor, crocância, humidade, gordura e dureza, numa escala de 5 pontos. Foi ainda avaliada a avaliação da intenção de compra da amostra. Os provadores foram incitados a descrever comentários, relativamente à sua opinião pessoal.

2.7. Análise Estatística

Para uma correcta interpretação dos resultados, nomeadamente a verificação do nível de significância das diferenças obtidas, foi efectuado o Teste T, recorrendo-se ao Microsoft® Office Excel 2007. Esta análise foi efectuada para cada um dos parâmetros em estudo, tendo-se analisado as diferentes combinações de tempo e temperatura, tendo em conta que o valor de $p > 0,05$ “sem diferença estatística significativa” e $p < 0,05$ “com diferença estatística significativa”.

Capítulo 3 – Resultados e Discussão

Dentro dos vários produtos panados e congelados produzidos pela empresa foram seleccionados para este trabalho os *nuggets* de frango e os panados de peru. Esta escolha dos produtos teve em conta diversas características, nomeadamente o número de vezes que é produzido, que dá uma ideia do seu consumo, a origem da carne, neste caso se se trata de carne de peru ou de frango, as dimensões do produto, que podem influenciar até que ponto este aguenta as altas e baixas temperaturas sem se degradar e ainda se se trata de um produto elaborado com carne crua/prensada ou com massa formatada. Assim, tendo por base todas estas características, foram escolhidos os *nuggets* de frango, como modelo de estudo para os produtos de frango, de pequena dimensão e feitos com massa formatada, e os panados de peru, como modelo de estudo dos produtos de peru, de maior dimensão e feitos com carne crua/prensada.

Tabela 3.1: Diversas características para a escolha dos produtos.

Produtos	Sub-Categorias	Nº de vezes que é produzido	Dimensões (comprimento×largura×altura)	Espécie Animal
Cordon Bleu a	Carne crua/ Prensada	++	10×7×3	Frango
Cordon Bleu b	Fiambre	++	9×7×1,5	Frango/peru
Nuggets de frango	Massa formatada	+	4×3×1,5	Frango
Panados Frango 80/90g	Massa formatada	-	13,5×8,5×1	Frango
Panados Peru 90g	Massa formatada	-	13,5×8,5×1	Peru
Escalopes de peru	Carne crua/Prensada	-	12×7×1	Peru
Escalopes de frango	Carne crua/Prensada	-	12×7×1	Frango

Os resultados apresentados referem-se à avaliação do efeito do tempo, da temperatura e do tipo de regeneração nas características físico-químicas e sensoriais dos *nuggets* de frango e dos panados de peru, mas também à avaliação do efeito do arrefecimento entre a fritura e a congelação e à avaliação nas alterações feitas na formulação da cobertura nas características físico-químicas e sensoriais de *nuggets* de frango. Estes resultados encontram-se apresentados em tabelas, onde se encontra indicado o valor médio e o respectivo desvio

padrão, salvo quando indicado em contrário. Da mesma forma, os resultados apresentados em forma de gráfico correspondem aos valores médios.

3.1. Avaliação do efeito do tempo, temperatura e tipo de regeneração nas características físico químicas e sensoriais dos *nuggets* de frango

3.1.1. Regeneração no forno

A primeira parte deste estudo teve por objectivo avaliar o efeito do tempo e da temperatura de regeneração no forno sobre o teor em humidade, gordura, cor, peso, aderência e qualidades sensoriais dos *nuggets* de frango. Desta forma, estudou-se o efeito da regeneração a quatro temperaturas diferentes (150, 180, 200 e 220 °C) durante quatro tempos diferentes (5, 10, 20 e 30 minutos) em cada um dos parâmetros anteriormente referidos. As combinações de tempo e temperatura foram estabelecidas tendo por base as condições de regeneração aconselhadas na embalagem, que são de 10 minutos a 200 °C.

Após cada regeneração foi avaliada visualmente o parâmetro aderência da cobertura não se tendo verificado nenhuma alteração desta característica que resultasse da alteração do procedimento de regeneração. Para todos os produtos analisados foi sempre verificada uma aderência perfeita não se visualizando zonas onde a cobertura estivesse despegada da massa (Figura 3.1).



Figura 3.1: Aspecto do *nugget* de frango após corte.

O teor em humidade dos *nuggets* foi quantificado na crosta e na massa (tabela 3.2), por determinação da perda de peso da amostra após secagem em estufa a 103 °C.

Tabela 3.2: Teor em humidade (%) da crosta e da massa dos *nuggets* de frango regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura.

Temperatura (°C)	Crosta				Massa			
	Tempo (minutos)				Tempo (minutos)			
	5	10	20	30	5	10	20	30
220°C	32,9±3,3	26,0±3,9	17,3±0,1	11,5±0,5	72,1±0,9	64,5±2,3	59,8±2,7	61,0±1,0
200°C	30,2±1,1	32,4±1,5	20,6±2,3	13,3±1,2	69,1±1,1	65,3±2,3	61,4±0,6	59,8±0,9
180°C	33,9±2,8	31,2±2,1	17,7±2,4	15,2±0,2	67,9±0,5	66,0±0,2	61,8±0,4	59,8±0,7
150°C	31,9±0,6	32,5±0,2	24,3±1,3	20,8±1,2	66,9±2,5	61,6±3,5	65,9±0,7	61,4±0,5

A observação da tabela 3.2 permite verificar que o teor em humidade da crosta é significativamente inferior ao teor em humidade da massa. A observação da mesma tabela permite ainda verificar que o teor em humidade da crosta é muito mais afectado pelas variações de tempo e de temperatura que o teor em humidade da massa. Comparando com a regeneração nas condições aconselhadas na embalagem (10 minutos, 200°C) verifica-se que quer a diminuição do tempo de regeneração a 200°C de 10 para 5 minutos, quer a diminuição da temperatura para 180°C ou para 150°C não se traduzem em variações acentuadas no teor em humidade dos *nuggets*.

A cor é considerada uma das mais importantes características de qualidade dos produtos panados. A cor foi medida recorrendo a um colorímetro Croma-meter CR-410 (Minolta). Este aparelho mede a cor e reporta-a em parâmetros quantitativos, como o sistema (L^* , a^* , b^*) em que L^* representa a luminosidade (quanto maior mais claro), a^* a variação de cor entre o vermelho (+) e o verde (-) e o b^* a variação entre o amarelo (+) e o azul (-), fazendo com que seja possível localizar a cor num espaço tridimensional. Para melhor avaliar o impacto da regeneração na cor dos *nuggets*, este parâmetro foi, igualmente, medido antes destes sofrerem qualquer processo de regeneração tendo os valores de L^* , a^* e b^* sido de 62,1±0,0, 15,7±0,6 e 29,5±0,3, respectivamente. O efeito das diferentes condições de regeneração testadas sobre a cor dos *nuggets* pode ser visualizado na tabela 3.3 e nas figuras 3.2 e 3.3.

Tabela 3.3: Valores de L^* , a^* e b^* dos *nuggets* de frango regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura

	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)			
		5	10	20	30
L^*	220°C	56,1±1,2	50,8±0,4	43,3±0,1	33,4±0,9
	200°C	52,1±1,8	51,4±0,9	49,2±1,6	38,9±0,3
	180°C	55,2±1,9	51,3±0,9	51,5±0,5	42,7±2,2
	150°C	55,4±0,1	53,4±0,8	51,6±1,2	49,4±0,7
a^*	220°C	18,5±0,4	17,6±0,4	19,0±0,3	13,6±0,3
	200°C	17,9±0,7	18,6±0,2	18,6±0,6	15,8±0,7
	180°C	17,8±0,6	18,1±0,4	18,4±0,3	18,7±0,2
	150°C	17,5±0,1	17,7±0,6	15,0±1,1	16,7±0,0
b^*	220°C	29,3±0,7	25,5±0,2	21,0±0,3	13,0±0,7
	200°C	26,8±0,9	26,4±0,6	24,7±0,9	17,0±0,2
	180°C	28,9±1,1	26,2±0,4	26,2±0,3	20,5±1,7
	150°C	28,9±0,1	27,7±0,3	25,6±1,2	24,7±0,3



Figura 3.2: Aspecto dos *nuggets* antes de sofrerem qualquer processo de regeneração.

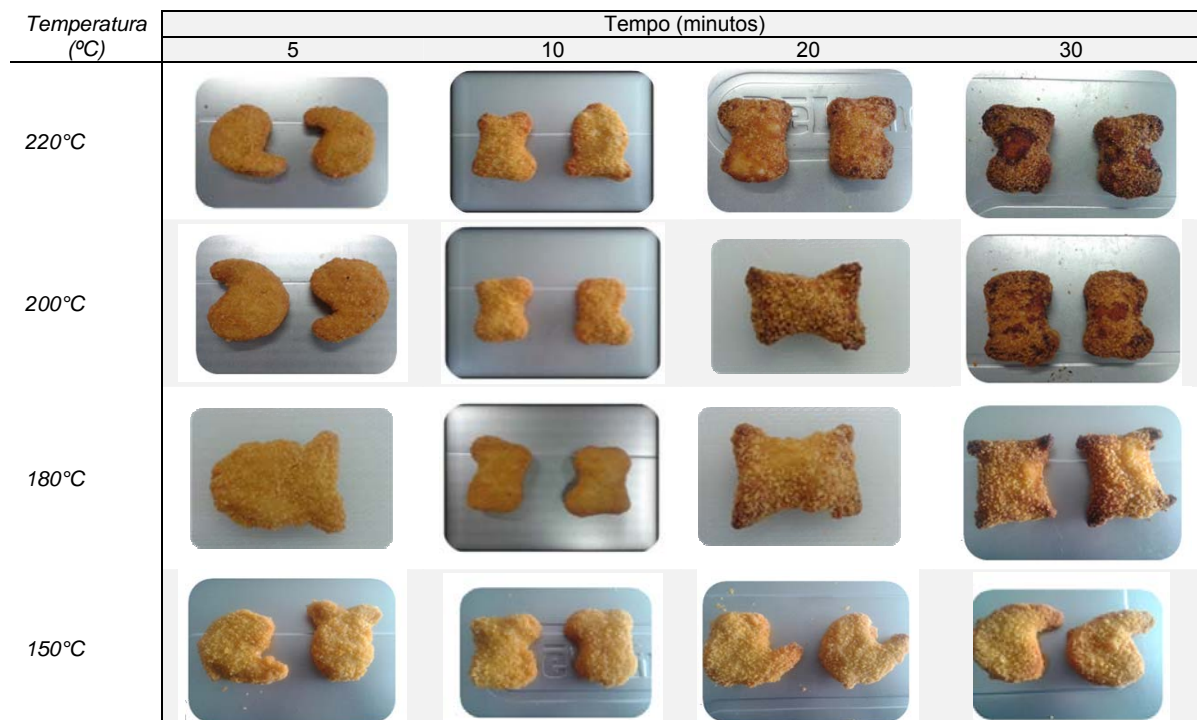


Figura 3.3: Aspecto dos *nuggets* após sofrerem regeneração em forno com várias combinações de tempo e de temperatura.

Os resultados mostram que os valores de L^* diminuíram de forma significativa com o aumento do tempo de regeneração, à medida que os *nuggets* foram ficando mais escuros, sendo esse aumento tanto mais acentuado quanto mais elevada foi a temperatura. Assim, o valor de L^* antes da regeneração, que era de $62,1 \pm 0,0$ reduziu-se em aproximadamente 46% após regeneração de 30 minutos a 220°C, tendo sofrido uma redução de apenas cerca de 20% quando a regeneração se processou durante o mesmo tempo mas a 150°C. O escurecimento dos *nuggets* com o aumento do tempo e temperatura de regeneração relaciona-se com o aumento das reacções de escurecimento não enzimático cuja extensão se sabe ser dependente da temperatura (sendo tanto maior quanto maior a temperatura) e do teor em humidade (sendo tanto maior quanto menor for este teor). Desta forma, faz sentido que tenha sido nas amostras sujeitas a temperatura mais elevada e que sofreram perdas mais acentuadas de humidade que o escurecimento tenha também sido o mais acentuado.

Quanto aos valores de a^* verificou-se um aumento entre o valor antes da regeneração e a maioria dos valores após regeneração, verificando-se, contudo, a sua diminuição para as condições mais severas de regeneração. Já os valores de b^* registaram uma tendência para diminuírem com as várias condições de regeneração.

Tal como verificado no caso da humidade, também em relação à cor se verificou que quer a diminuição do tempo de regeneração a 200°C de 10 para 5 minutos, quer a diminuição

da temperatura para 180°C ou para 150°C não se traduzem em variações acentuadas nesta característica dos *nuggets*.

Foi igualmente avaliada a influência das diferentes temperaturas de regeneração no teor em gordura dos *nuggets*. Esta análise foi igualmente efectuada separadamente para a crosta e para a massa (tabela 3.4), não tendo os resultados mostrado variações acentuadas deste parâmetro, nem em relação ao valor antes de regeneração (13,6±1,0 para a crosta e 3,8±1,0 para a massa) nem entre as várias condições de regeneração. Foi, contudo possível verificar um teor em gordura bastante superior na crosta do que na massa, que se pode relacionar com o facto de ser esta a camada que absorve mais óleo durante o processo de fritura a que os *nuggets* foram sujeitos antes da congelação.

Tabela 3.4: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos *nuggets* de frango regenerados no forno durante 10 minutos a diferentes valores de temperatura

Temperatura (°C)	Crosta	Massa
220°C	13,6±1,1	3,1±0,1
200°C	13,5±1,2	3,1±0,2
180°C	15,2±0,5	3,8±0,2
150°C	14,8±1,7	4,8±0,5

Relativamente ao peso, observou-se que quanto mais elevada foi a temperatura de regeneração menor foi o peso que os *nuggets* apresentam (Tabela 3.5). Isto deve-se ao facto dos *nuggets* perderem humidade durante o processo de regeneração no forno.

Tabela 3.5: Peso (g) dos *nuggets* de frango inteiro, da crosta e da massa regenerados no forno durante 10 minutos a diferentes valores de temperatura.

Temperatura	Inteiro	Crosta	Massa
220°C	16,5	5,8	10,2
200°C	17,6	6,5	10,6
180°C	18,9	6,3	12,1
150°C	20,0	6,2	13,4

Para avaliar a preferência dos consumidores sobre as várias hipóteses de regeneração testadas efectuaram-se duas provas sensoriais, cada uma delas com 15 provadores. Na primeira manteve-se a temperatura padrão (200°C) e fez-se variar o tempo em relação às condições padrão (10 minutos). Assim, compararam-se *nuggets* regenerados a 200°C durante 5, 10 e 20 minutos (Figura 3.4 e 3.6). Na segunda fixou-se o tempo igual ao padrão (10 minutos) e fez-se variar a temperatura, tendo-se testado *nuggets* regenerados a 180, 200 e 220 °C (Figura 3.5 e 3.7). Os provadores classificaram os *nuggets* numa escala de 1 a 7 (1: desgosto totalmente; 2: desgosto muito; 3: desgosto moderadamente, 4: não gosto nem desgosto; 5: gosto moderadamente; 6: gosto muito; 7: gosto totalmente) e a intensidade de cada uma das características avaliadas numa escala de 1 a 5 (1: pouco intenso; 2: moderadamente intenso; 3: intensidade média; 4: muito intenso; 5: extremamente intenso). Foi ainda perguntado aos provadores sobre a sua intenção de compra numa escala de 1 a 4 (1: não compraria de certeza, 2: provavelmente não compraria, 3: provavelmente compraria e 4: compraria de certeza).

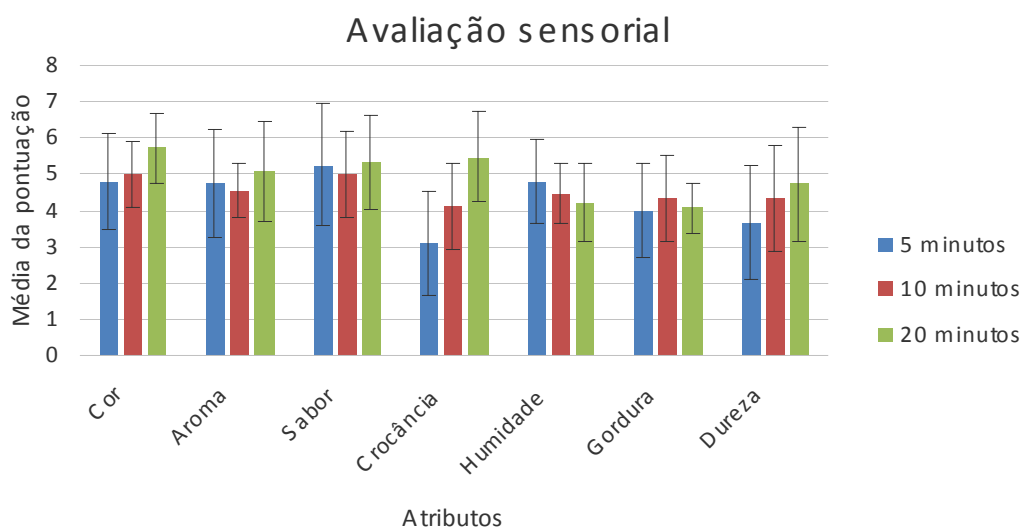


Figura 3.4: Avaliação sensorial dos *nuggets* de frango regenerados a 200°C durante 5, 10 e 20 minutos.

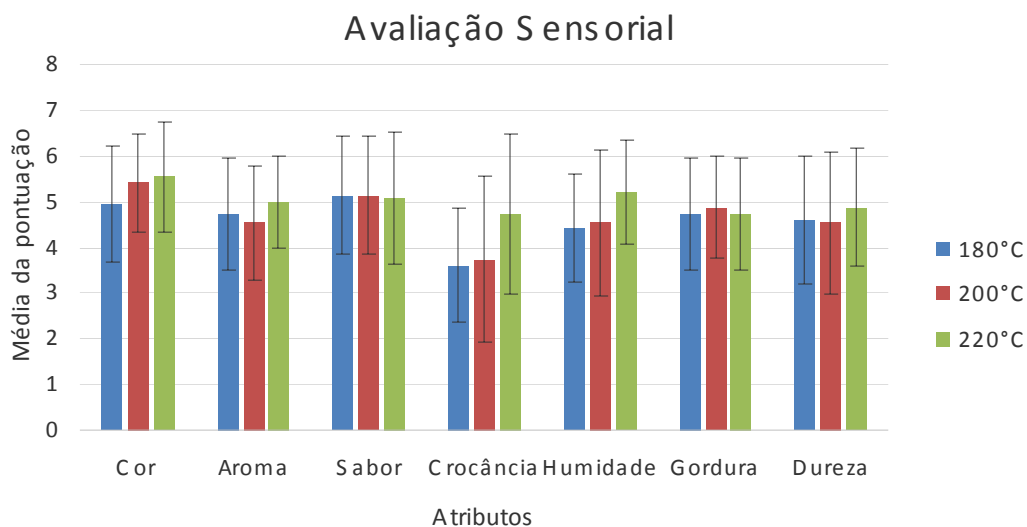


Figura 3.5: Avaliação sensorial dos *nuggets* de frango regenerados durante 10 minutos a 180, 200 e 220°C.

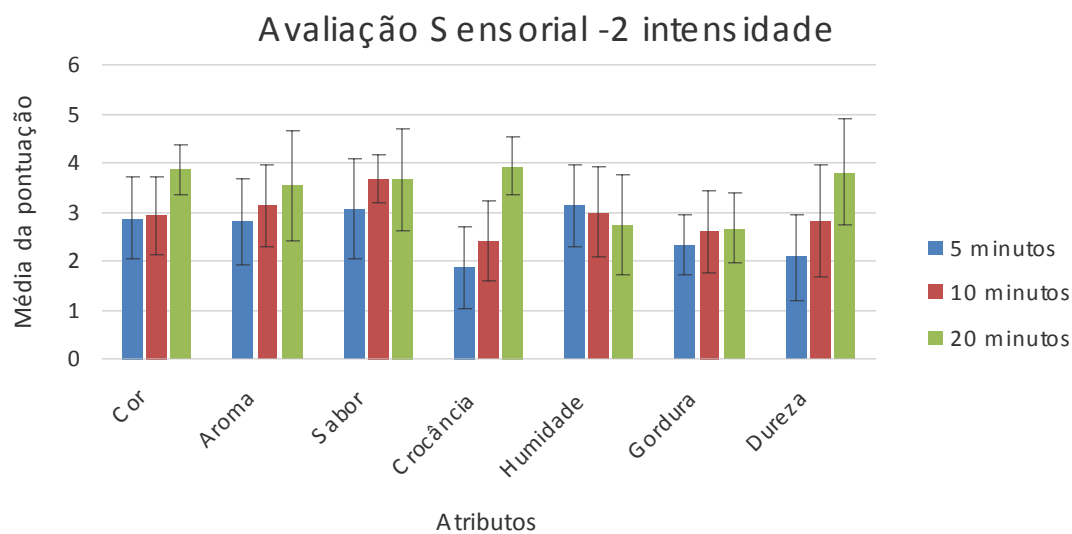


Figura 3.6: Avaliação sensorial da intensidade das características dos *nuggets* de frango regenerados a 200°C durante 5, 10 e 20 minutos.

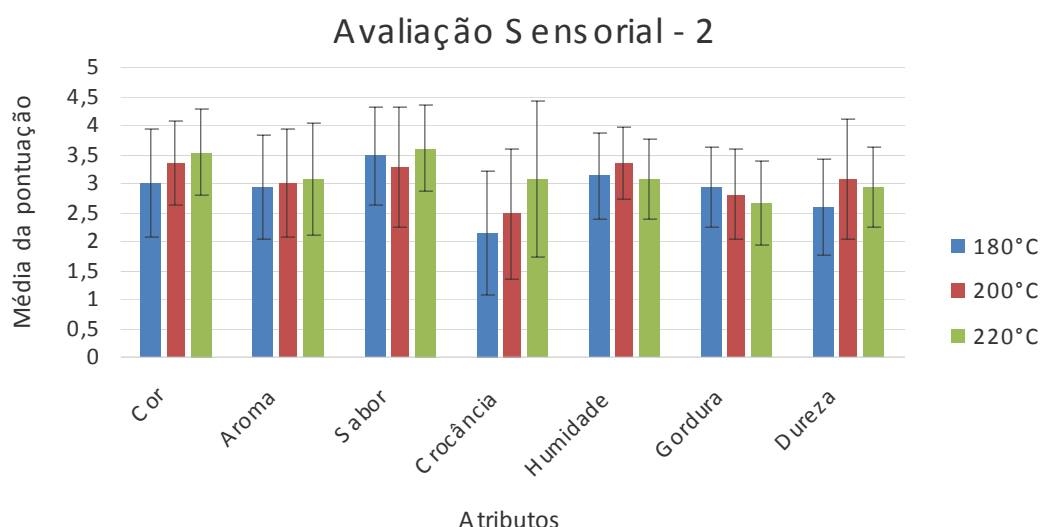


Figura 3.7: Avaliação sensorial da intensidade das características dos *nuggets* de frango regenerados durante 10 minutos a 180, 200 e 220°C.

Apesar da grande variabilidade nas respostas, os resultados da avaliação sensorial mostraram que, de uma forma geral, todas as condições de regeneração originaram *nuggets* com pontuação positiva em todos os atributos avaliados (pontuação superior a 4). As exceções a esta regra foram os atributos *crocância* dos *nuggets* regenerados a 180°C e a 200°C durante 10 minutos e a *crocância* e a *dureza* dos *nuggets* regenerados a 200°C durante 5 minutos, estes atributos apresentaram uma pontuação de 2, ou seja, moderadamente intenso, o que quer dizer que de uma forma geral os provadores gostam de mais intensidade na *crocância* dos *nuggets* do que pouca intensidade. De uma forma geral a regeneração em condições mais intensas de tempo ou de temperatura foi aquela que obteve pontuação mais elevada na maioria dos atributos. Esta observação fica ainda mais visível quando se observam os resultados sobre a intenção de compra das amostras (tabela 3.6). Com efeito, os *nuggets* regenerados 10 minutos a 220 °C foram os que registaram maior intenção de compra, seguidos dos *nuggets* regenerados 20 minutos a 200 °C. Dos vários atributos analisados a *crocância* foi aquele onde os *nuggets* regenerados em condições mais intensas mais se distanciaram dos restantes amostras em análise, o que indica que a *crocância* seja um dos atributos que mais influencia a intenção de compra do produto. Deste modo, os resultados obtidos apontam no sentido de poder ser vantajoso trocar a informação da embalagem.

Tabela 3.6: Intenção de compra (%) dos provadores dos *nuggets* sujeitos a diferentes condições de regeneração.

	200°C			10 minutos		
	5 '	10'	20'	180°C	200°C	220°C
Não compraria de certeza	13,3	6,7	6,7	0,0	0,0	0,0
Provavelmente não compraria	20,0	26,7	20,0	33,3	26,7	13,3
Provavelmente compraria	66,7	60,0	40,0	46,7	66,7	53,3
Compraria de certeza	0,0	6,7	33,3	20,0	6,7	33,3

3.1.2. Regeneração por fritura

Este ponto teve por objectivo avaliar o efeito de quatro diferentes tempos de fritura, nomeadamente 1, 2, 4 e 6 minutos a 180 °C em óleo 100 % girassol no teor em humidade, em gordura, na cor e na aderência dos *nuggets* de frango. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência de cada *nuggets* de frango, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas. Os tempos e a temperatura de fritura foram estabelecidos tendo por base as condições de regeneração aconselhadas na embalagem, que são de 6 minutos a 180 °C. Os *nuggets* foram separados em crosta e massa para avaliação do teor em humidade e de gordura (tabela 3.7).

Tabela 3.7: Teor em humidade (%) e de gordura (%) da crosta e da massa dos *nuggets* de frango regenerados por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos.

	Crosta				Massa			
	Tempo (minutos)				Tempo (minutos)			
	1	2	4	6	1	2	4	6
Humidade	28,7±1,1	27,7±0,4	22,6±0,7	21,1±1,2	65,6±1,8	59,4±2,8	52,6±4,1	52,5±0,2
Gordura	16,6±0,8	16,7±0,2	17,3±0,1	20,2±0,8	7,9±0,2	6,6±0,7	10,0±0,8	8,5±0,3

Tal como verificado com a regeneração no forno, também neste caso se verifica um teor de humidade mais reduzido e um teor em gordura mais acentuado na crosta do que na massa. Verificou-se, igualmente, uma diminuição significativa do teor em humidade, tanto ao nível da crosta como ao nível da massa dos *nuggets*, e um aumento significativo do teor em gordura da crosta com o aumento do tempo de fritura. Estes valores mostram que com o aumento do tempo de fritura se verifica uma maior perda de água dos *nuggets* e uma maior absorção do óleo de fritura.

O estudo do efeito dos diferentes tempos de fritura na cor dos *nuggets* (Tabela 3.8 e Figura 3.8) mostrou um escurecimento dos *nuggets* com o aumento do tempo de fritura que foi perceptível quer através da avaliação visual (Figura 3.8), quer da observação da diminuição dos valores de L^* (Tabela 3.8). No caso da regeneração por fritura foi possível verificar, igualmente, uma diminuição dos valores de b^* (deslocamento para a zona do azul) e um aumento dos valores de a^* (deslocamento para o vermelho) como consequência do aumento do tempo de fritura.

Tabela 3.8: Valores de L^* , a^* e b^* dos *nuggets* de frango antes de serem regenerados (tempo 0) e depois de serem regenerados por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos.

	Tempo (minutos)				
	0	1	2	4	6
L^*	62,1±0,0	54,8±1,8	53,3±0,3	43,0±0,8	34,7±0,0
a^*	15,7±0,6	15,4±0,3	17,1±0,1	19,0±0,2	20,1±0,1
b^*	29,5±0,3	26,7±0,6	26,3±0,3	20,6±0,5	15,6±0,1

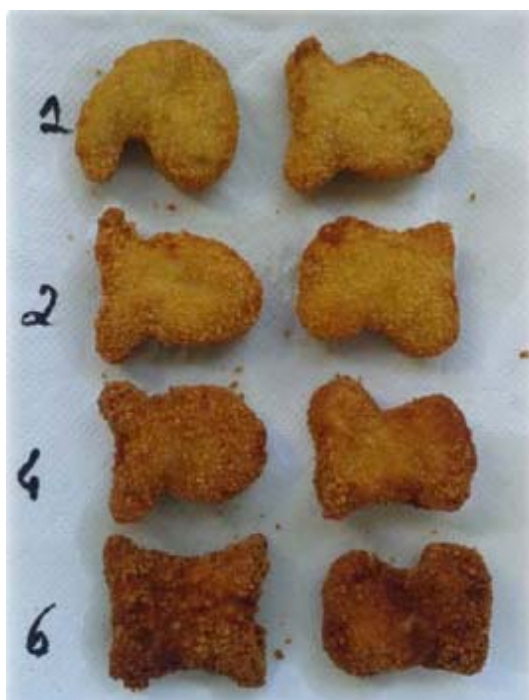


Figura 3.8: Aspecto dos *nuggets* após sofrerem regeneração por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos.

Relativamente ao peso, observou-se que quanto mais elevado foi o tempo de fritura menos peso os *nuggets* apresentam. No entanto, quando se analisa apenas o peso das crostas esta situação é invertida. Assim, quanto mais elevado for o tempo de fritura maior o peso da crosta dos *nuggets*. Este resultado deve relacionar-se com a perda de água da massa e com a absorção de óleo na crosta que ocorre durante o processo de fritura.

Tabela 3.9: Peso (g) dos *nuggets* de frango inteiro, da crosta e da massa regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 6 minutos.

180°C	Inteiro	Crosta	Massa
1'	19,9	6,5	12,3
2'	17,5	6,3	10,5
4'	15,8	6,9	8,4
6'	14,9	7,1	7,0

Comparando o processo de regeneração em forno com o de fritura, ambos nas condições aconselhadas na embalagem, que são de 10 minutos a 200 °C e 6 minutos a 180 °C respectivamente, pode concluir-se que da regeneração por fritura resulta um produto com um teor de gordura muito superior quer ao nível da crosta, quer ao nível da massa, um teor em humidade mais reduzido e uma cor muito mais escura.

3.1.3. Regeneração em micro-ondas

Neste ponto do estudo avaliou-se as características de humidade, gordura, cor e aderência dos produtos obtidos por regeneração em micro-ondas a 900 W durante um e dois minutos na presença e na ausência de água. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência dos *nuggets* de frango, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas. Os resultados obtidos (Tabela 3.10, Tabela 3.11 e Figura 3.9) mostram que em todas as condições ensaiadas resultaram *nuggets* com um teor em humidade da crosta superior aos anteriormente obtidos, tendo o produto final uma consistência mais mole e menos crocante do que os anteriormente obtidos. Foram ainda ensaiados tempos mais longos (3 e 4 minutos) mas os produtos resultantes começavam a ficar demasiado duros para poderem ser consumidos (dados não apresentados). O teor em humidade da crosta não variou de forma significativa enquanto o teor em humidade da massa apresentou maiores oscilações sendo superior nas condições de 2 minutos sem água.

Em relação à gordura, verificou-se que a regeneração em micro-ondas conduziu a produtos com menos gordura que a regeneração por fritura tanto na crosta como na massa, conduzindo, no entanto, a produtos com maior teor em gordura na massa em comparação com os produtos regenerados em forno.

Em relação à cor (Tabela 3.10 e Figura 3.9) não foi possível verificar diferenças entre as várias modalidades ensaiadas neste tipo de regeneração. Comparando com os produtos anteriormente obtidos por outros processos de regeneração foi possível verificar que com o micro-ondas se obtêm produtos de tonalidade clara e com um teor mais elevado de humidade na crosta e ausência de crocância.

Tabela 3.10: Teor em humidade (%) e cor dos *nuggets* de frango regenerados em micro-ondas

Temperatura (°C)	Crosta			Massa		
	Com água		Sem água	Com água		Sem água
	1 minuto	2 minutos		1 minuto	2 minutos	
Humidade	40,3±2,5	38,3±2,8	39,2±0,1	63,6±0,2	56,7±0,9	59,6±2,6
L*	54,2±1,6	52,6±0,0	52,1±0,1			
a*	16,6±0,5	16,6±0,3	16,3±0,2			
b*	27,4±0,9	26,7±0,0	26,4±0,0			

Tabela 3.11: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos *nuggets* de frango regenerados em micro-ondas

Potência (w)	Crosta			Massa		
	Com água		Sem água	Com água		Sem água
	1 minuto	2 minutos		1 minuto	2 minutos	
900 W	14,9±1,1	14,8±1,2	15,3±0,5	5,9±0,5	6,70±1	6,7±1,1



Figura 3.9: Aspecto dos *nuggets* após sofrerem regeneração por micro-ondas.

Relativamente ao peso (Tabela 3.12), observou-se que os *nuggets* inteiros apresentam um peso mais elevado quando regenerados durante um minuto com água.

Tabela 3.12: Peso (g) dos *nuggets* de frango inteiros, das crostas e das massas regenerados em micro-ondas.

900 W	Inteiro	Crosta	Massa
1' sem água	17,5	7,3	9,6
1' com água	19,1	6,5	12,0
2' com água	17,1	7,7	8,9

3.2. Avaliação do efeito do arrefecimento entre a fritura e a congelação nas características físico-químicas e sensoriais de *nuggets* de frango

A velocidade a que ocorre a congelação dos *nuggets* de frango pode influenciar directamente a qualidade do produto. Por sua vez, a temperatura a que os *nuggets* iniciam a sua congelação é um dos factores que pode ter influência sobre a velocidade a que este processo ocorre. Neste contexto, avaliou-se o efeito que a existência de um período de arrefecimento de 15 e de 30 minutos, antes do início da congelação pode ter na humidade, cor, na aderência e nas propriedades sensoriais de *nuggets* de frango. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência dos *nuggets* de frango, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas.

3.2.1. Efeito na humidade, cor e peso

Os *nuggets* congelados nas condições normais (padrão) e com os tempos de espera de 15 (T15) e 30 minutos (T30) foram regenerados por aquecimento em forno a 200 °C, durante 10 minutos (condições de regeneração aconselhadas na embalagem). Os *nuggets* foram separados em crosta e massa tendo o teor em humidade (Tabela 3.13) sido analisado em cada uma destas fracções, por determinação da perda de peso da amostra após secagem

em estufa a 103 °C. A cor (Tabela 3.13) foi medida recorrendo a um colorímetro Croma-meter CR-410 (Minolta).

Tabela 3.13: Cor e teor em humidade (%) da crosta e da massa dos *nuggets* de frango após regeneração.

Amostras	Humidade		Cor		
	Crosta	Massa	L*	a*	b*
<i>Padrão</i>	27,4±2,4	64,5±2,3	50,9±2,3	17,6±0,4	25,5±1,4
<i>T15</i>	32,3±1,8	68,2±0,5	56,9±1,9	19,0±0,8	30,2±1,0
<i>T30</i>	33,4±0,8	67,9±1,2	55,4±0,2	18,5±0,5	29,5±0,1

A observação da tabela 3.13 permite verificar que o teor em humidade da crosta é significativamente inferior ao teor em humidade da massa. A observação da mesma tabela permite ainda verificar que o teor em humidade quer das crostas, quer das massas dos diferentes *nuggets* são bastante semelhantes. A cor é considerada uma das mais importantes características de qualidade dos produtos panados. A observação quer da figura 3.10, quer dos valores apresentados na tabela 3.13 mostra que a cor dos diferentes *nuggets* em análise após regeneração não apresentou grandes alterações.



Figura 3.10: Aspecto dos *nuggets* de frango após regeneração.

Relativamente ao peso (Tabela 3.14), observou-se que o tempo de espera antes da congelação não se traduziu numa variação significativa do peso dos *nuggets*.

Tabela 3.14: Peso (g) dos nuggets de frango inteiro, da crosta e da massa após regeneração.

Amostras	Inteiro	Crosta	Massa
<i>T15</i>	20,0	7,7	12,4
<i>T30</i>	20,0	8,3	11,7

3.2.2. Análise sensorial

Para aferir se os diferentes processos de congelação afectavam os atributos sensoriais dos *nuggets* efectuou-se uma prova sensorial com 15 provadores. Os parâmetros avaliados foram cor, aroma, sabor, humidade, crocância, dureza e gordura. Cada um destes parâmetros foi avaliado nos *nuggets* T15 e T30 por comparação com o padrão. Nesta análise um valor de zero para o somatório das pontuações significa que a amostra foi considerada pelos provadores igual ao padrão, valores positivos do somatório significam que a amostra foi considerada melhor que o padrão e valores negativos que a amostra foi considerada pior do que o padrão.

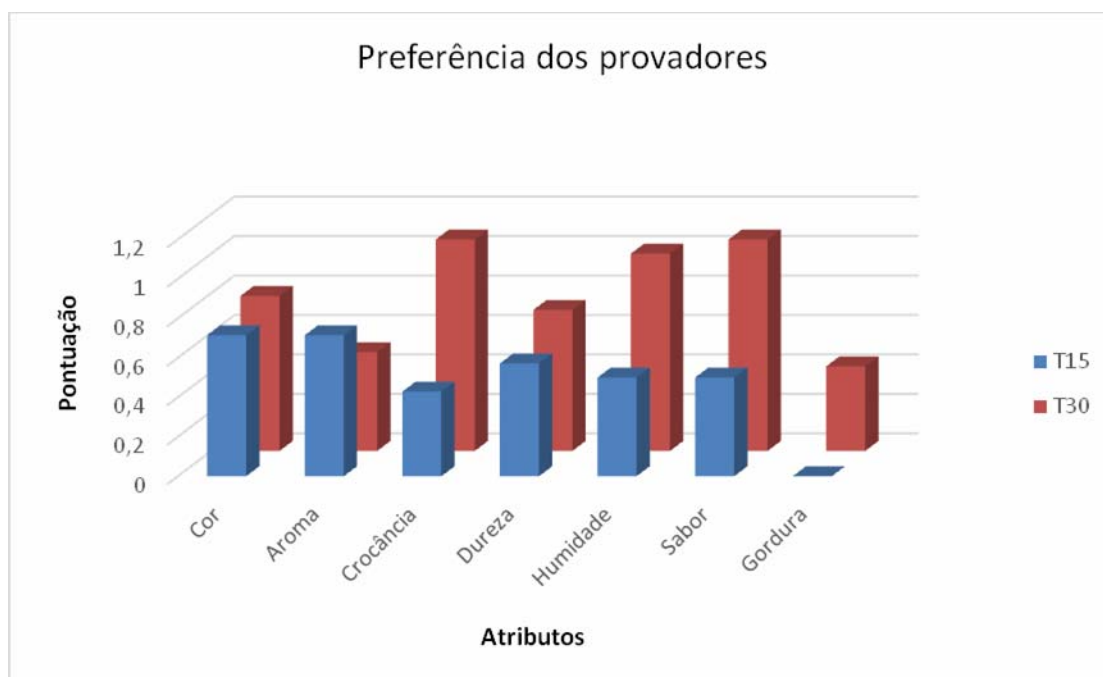


Figura 3.11: Resultados da preferência dos provadores relativamente a cada parâmetro analisado, para os *nuggets* T15 e T30 em comparação com o padrão.

Conforme se pode ver na figura 3.11 os *nuggets* T15 e, especialmente, os *nuggets* T30 obtiveram uma pontuação superior à do padrão para a quase totalidade dos atributos avaliados. A única excepção foi a característica gordura em que os *nuggets* T15 foram considerados exactamente iguais ao padrão. Comparando os resultados é possível verificar que os *nuggets* T30 se destacaram pela crocância, humidade, gordura e sabor. Esta melhor aceitação dos *nuggets* T30 foi igualmente confirmada pelas respostas obtidas à questão sobre a intenção de compra da amostra e do padrão (figura 3.12). Com efeito, a intenção de compra dos *nuggets* T30 quase que duplicou em relação à intenção de compra do padrão. De notar que o painel de provadores utilizados não era um painel treinado e, na faculdade, tivemos

apenas o interesse em averiguar a opinião de um painel que pudesse transmitir a opinião dos consumidores em relação a estes produtos.

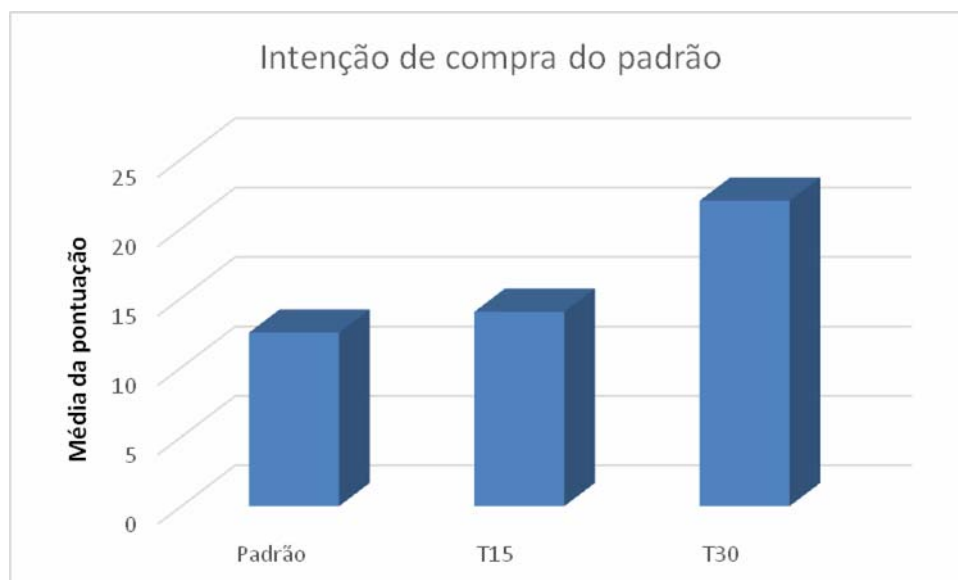


Figura 3.12: Intenção de compra do padrão e das amostras T15 e T30 por parte dos provadores.

A realização deste estudo mostra que, embora nas análises físico-químicas realizadas não se tenham detectado grandes diferenças entre os *nuggets* congelados com os diferentes tempos de arrefecimento, a nível da avaliação sensorial estas diferenças foram bastante evidentes, tendo a amostra com maior período de arrefecimento sido aquela que mais agradou aos provadores na quase totalidade dos atributos avaliados.

Os resultados obtidos apontam no sentido da existência de um tempo maior de arrefecimento antes da congelação poder ser vantajoso do ponto de vista da crocância, sabor, humidade e, conseqüentemente, intenção de compra do produto. O facto do produto entrar para congelação a temperatura mais baixa pode também originar um menor gasto de energia no *rotofreezer*, sendo este, igualmente, um ponto positivo.

3.3. Produção experimental de *nuggets* de frango com diferentes tipos de cobertura

Os produtos panados são bem aceites pelos consumidores devido à crocância da sua camada exterior e à suculência do seu interior. O tipo de revestimento pode desempenhar um papel fundamental nas características destes produtos, uma vez que pode contribuir para a

redução de absorção de óleo durante a fritura e pode ajudar a controlar a migração da água. Diversas inovações tecnológicas têm sido propostas com o objectivo de melhorar a qualidade dos produtos panados. Essas inovações visam, essencialmente, a redução da quantidade de óleo absorvida e o aumento da crocância do produto, visando, igualmente, melhorar o seu sabor.

Para tentar melhorar as características sensoriais (cor, aroma, sabor, crocância, humidade, gordura e dureza) dos produtos panados efectuaram-se *nuggets* de frango com diferentes coberturas:

1. *Nuggets* com cobertura padrão: batter e pão ralado;
2. *Nuggets* com dupla panagem: nestes *nuggets* o procedimento de panagem foi efectuado por duas vezes de forma sequencial;
3. *Nuggets* com gelatina no batter: Dissolveu-se a quente uma folha de gelatina na água utilizada na preparação do batter, tendo o restante procedimento sido igual ao dos *nuggets* com cobertura padrão;
4. *Nuggets* com 1% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico adicionado ao batter;
5. *Nuggets* com 5% de aditivo contendo um hidrocolóide não proteico adicionado ao batter;
6. *Nuggets* com cobertura final de gelatina: os *nuggets* foram panados com a cobertura padrão e antes de fritar foram mergulhados em água com gelatina dissolvida.

Após as panagens os *nuggets* foram fritos em óleo girassol a 180 °C durante dois minutos. Em seguida, os *nuggets* foram colocados sobre papel absorvente e finalmente acondicionados em caixas e congelados em arca a -40 °C. No dia seguinte, os *nuggets* foram regenerados em forno durante 10 minutos a 200 °C, foram pesados e foi efectuada a determinação da cor, recorrendo a um colorímetro Croma-meter CR-410 (Minolta), e a prova sensorial com nove provadores.

Em relação ao seu aspecto visual os *nuggets* 2 e 6 foram os que mais se diferenciaram do padrão (*nuggets* 1) (Figura 3.13). Os *nuggets* 2 (com dupla panagem) apresentavam-se maiores e com um aspecto mais irregular do que todos os outros, enquanto que os *nuggets* 6 (com banho final de gelatina) se apresentavam mais lisos e mais claros que todos os outros. A maior dimensão dos *nuggets* 2 também se torna bem visível através da comparação do peso dos vários *nuggets* (Tabela 3.15). Com efeito, os *nuggets* 2 apresentaram um aumento de peso de aproximadamente 60% em relação aos *nuggets* padrão. Este aumento de peso deveu-se à maior quantidade, quer de batter, quer de pão ralado, que estes *nuggets* possuem em relação a todos os outros.



Figura 3.13: Aspecto dos *nuggets* de frango com diferentes tipos de cobertura, após regeneração (1: *nuggets* padrão, 2: dupla panagem, 3: panagem com gelatina no *batter*, 4: *batter* com 1% de aditivo, 5: *batter* com 5% de aditivo, 6: *nuggets* com banho final de gelatina).

Tabela 3.15: Peso (g) dos *nuggets* com diferentes tipos de cobertura, após regeneração.

<i>Nuggets</i> 1	<i>Nuggets</i> 2	<i>Nuggets</i> 3	<i>Nuggets</i> 4	<i>Nuggets</i> 5	<i>Nuggets</i> 6
24,401±0,010	39,424±0,015	29,039±0,008	20,996±0,005	22,491±0,009	23,762±0,004

Em relação à cor (tabela 3.16) verificou-se os *nuggets* 2 ficaram bastante mais claros que todos os restantes. A panagem com gelatina no fim (*nuggets* 6) também originou *nuggets* com uma tonalidade acentuadamente mais clara que a do padrão, que foi a amostra que se apresentou mais escura. Quanto aos valores de a^* apenas a amostra com gelatina no fim apresentou um valor discordante em relação a todos os outros, apresentando um valor mais baixo, ou seja, uma tonalidade menos vermelha. Já em relação aos valores de b^* , estes registaram algumas variações entre amostras mostrando a suas variações entre o amarelo (+) e o azul (-). Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência de cada *nuggets* de frango, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas.

Tabela 3.16: Valores de L*, a* e b* dos *nuggets* de frango com diferentes tipos de cobertura, após regeneração.

	Tempo (minutos)					
	1	2	3	4	5	6
L*	46,6±0,0	72,1±0,0	48,6±0,0	47,6±0,0	54,9±0,0	60,5±0,0
a*	22,1±0,0	20,5±0,0	21,2±0,1	19,9±0,0	19,4±0,0	16,7±0,0
b*	23,1±0,0	36,3±0,0	24,5±0,1	23,9±0,0	28,1±0,0	30,8±0,0

Apesar da grande dispersão dos resultados da avaliação sensorial (figura 3.14 e 3.15) mostraram, que das várias formulações testadas, a dupla panagem (*nuggets* 2) foi a que mais desagradou aos provadores em todos os atributos avaliados, com exceção da gordura. De uma forma geral, os *nuggets* que obtiveram pontuações mais elevadas na maioria dos atributos avaliados foram os *nuggets* 3 (gelatina no *batter*). Os *nuggets* 6 (com gelatina final) foram os que apresentaram a pontuação mais elevada nos atributos humidade e dureza.

Análise sensorial - Gosto

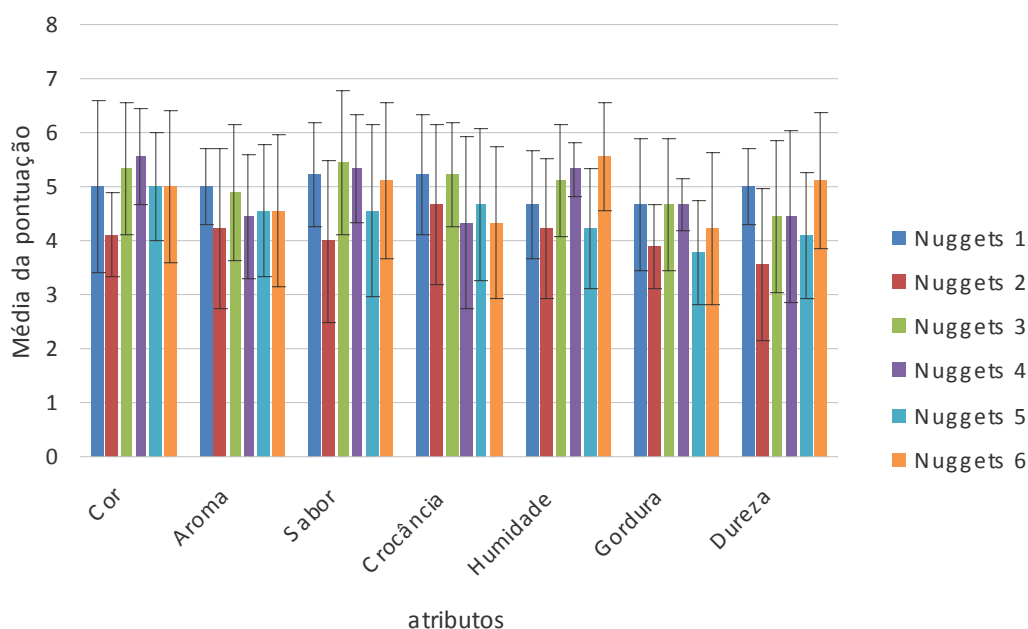


Figura 3.14: Avaliação sensorial dos *nuggets* de frango com diferentes panagens.

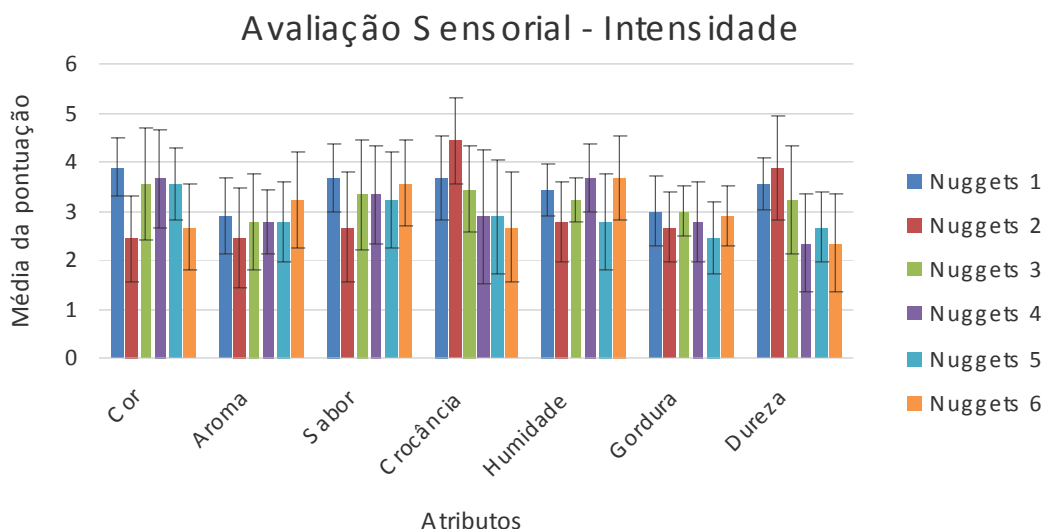


Figura 3.15: Avaliação sensorial da intensidade das características dos *nuggets* de frango com diferentes panagens.

A análise da intenção de compra (tabela 3.17) permitiu retirar melhores conclusões sobre o agrado/desagrado dos provadores em relação às várias amostras em análise. Estes resultados confirmaram a má aceitação dos *nuggets* com dupla panagem. Com efeito, 56% dos provadores disse que não compraria de certeza estes *nuggets*. A fraca pontuação dos *nuggets* 2 prendeu-se com o impate que a dupla panagem teve ao nível da cor, sabor e da dureza. A ideia de realizar este ensaio baseou-se no facto da dupla camada poder levar a uma menor migração da humidade para a camada exterior e, assim, poder contribuir para o aumento da crocância dos *nuggets*. Contudo, os resultados obtidos não foram satisfatórios e, embora a crocância tenha sido considerada muito intensa (Figura 3.15), também na crocância estes *nuggets* não conseguiram pontuar melhor que o padrão.

Os *nuggets* 4 e 5 foram formulados adicionando ao *batter* diferentes percentagens de um aditivo contendo E407a. O E407a é um aditivo extraído de algas e que tem propriedades hidrocolóides (hidrocolóide não proteico), sendo utilizado como gelificante e espessante. Os *nuggets* 3 e 6 foram formulados com adição de gelatina à cobertura. Os ingredientes adicionados para reduzir a absorção de óleo por parte dos produtos panados são tipicamente hidrocolóides proteicos ou não proteicos. Estas moléculas actuam por diversos mecanismos que incluem a formação de uma barreira que limita a perda de água e a consequente absorção de óleo, um aumento da capacidade de retenção de água por parte do produto e a alteração da hidrofobicidade da superfícies ou a formação de géis. Contudo, contrariamente ao esperado, nenhuma das formulações efectuadas com gelatina ou com o aditivo apresentou uma pontuação mais favorável no atributo gordura do que os *nuggets* padrão, tendo, contudo,

apresentado as formulações com gelatina e com a percentagem mais baixa de aditivo melhor pontuação no atributo humidade.

Os *nuggets* com gelatina apresentaram melhores resultados do que os *nuggets* preparados com hidrocolóides não proteicos, uma vez que, quer os *nuggets* 3, quer os 6, apresentaram intenções de compra superiores às dos *nuggets* 4 e, sobretudo, às dos *nuggets* 5. Das duas formulações com gelatina, aquela em que esta proteína foi incorporada no *batter* (*nuggets* 3) teve pontuações mais altas do que aquela em que a gelatina foi aplicada após o pão ralado (*nuggets* 6) em quase todos os atributos com excepção da dureza e humidade. Contudo, na avaliação das intenções de compra do produto os *nuggets* 6 conseguiram uma melhor pontuação.

Tabela 3.17: Intenção de compra (%) dos provadores dos *nuggets* de frango com diferentes panagens.

	<i>Nuggets</i> 1	<i>Nuggets</i> 2	<i>Nuggets</i> 3	<i>Nuggets</i> 4	<i>Nuggets</i> 5	<i>Nuggets</i> 6
Não compraria de certeza	0	56	0	11	11	0
Provavelmente não compraria	11	11	44	22	44	44
Provavelmente compraria	89	22	33	44	44	22
Compraria de certeza	0	11	22	22	0	33

Concluindo, das cinco novas formulações testadas, as formulações com gelatina foram aquelas que pareceram mais promissoras tendo em conta a intenção de compra do produto por parte dos provadores. Contudo, o padrão ainda conseguiu ser a amostra com mais intenções de compra positivas (soma das respostas provavelmente compraria e compraria de certeza) pelo que a implementação das novas formulações não parece traduzir uma melhoria significativa no produto.

3.4. Regeneração de panados de peru

3.4.1. Regeneração no forno

Neste ponto avaliou-se o efeito do tempo e da temperatura de regeneração no forno sobre o teor em humidade, gordura, cor e aderência dos panados de peru. Assim, os panados foram regenerados por aquecimento a 180, 200 e 220 °C, durante 4, 8, 15 e 30 minutos. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência de cada panado de peru, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas (Figura 3.16). As combinações de tempo e temperatura foram estabelecidas tendo por base as condições de regeneração aconselhadas na embalagem, que são de 8 minutos a 220 °C. Os

panados foram separados em crosta e massa tendo o teor em humidade (tabela 3.18) sido analisado em cada uma destas fracções.



Figura 3.16: Verificação da aderência do panado de peru.

Tabela 3.18: Teor em humidade (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura

Temperatura (°C)	Crosta				Massa			
	Tempo (minutos)				Tempo (minutos)			
	4	8	15	30	4	8	15	30
220°C	38,0±0,4	34,5±1,4	30,5±2,5	29,5±2,0	66,7±1,0	67,2±3,4	63,0±0,6	60,9±0,6
200°C	40,2±4,8	41,9±0,4	36,9±2,5	24,1±2,4	66,9±0,2	66,2±0,9	63,8±0,1	58,9±1,0
180°C	39,4±0,8	37,5±0,5	36,8±4,6	40,3±3,7	66,0±0,2	65,5±0,6	63,6±0,8	61,8±0,9

A observação da tabela 3.18 permite verificar que, tal como no caso dos *nuggets*, também no caso dos panados o teor em humidade da crosta é significativamente inferior ao teor em humidade da massa. A observação da mesma tabela permite ainda verificar que o teor em humidade da crosta é mais afectado pelas variações de tempo e de temperatura que o teor em humidade da massa. Comparando com a regeneração nas condições aconselhadas na embalagem (8 minutos a 220 °C) verifica-se que quer a diminuição do tempo de regeneração a 220 °C de 8 para 4 minutos, quer a diminuição da temperatura para 200 ou para 180 °C não se traduzem em variações acentuadas no teor em humidade dos *nuggets*.

O efeito das diferentes condições de regeneração testadas sobre a cor dos panados pode ser visualizado na tabela 3.19 e na figura 3.17. A determinação da cor do panado antes de sofrer qualquer tipo de processo de regeneração encontra-se na tabela 3.20.

Tabela 3.19: Valores de L*, a* e b* dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura

	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)			
		4	8	15	30
L*	220°C	51,0±0,0	56,1±0,0	48,0±0,1	37,2±0,0
	200°C	52,6±0,0	57,8±0,0	49,7±0,0	43,4±0,1
	180°C	50,3±0,0	57,5±0,0	49,9±0,0	45,8±0,0
a*	220°C	15,4±0,0	13,5±0,0	14,8±0,0	16,1±0,0
	200°C	16,4±0,0	13,9±0,0	17,7±0,1	18,1±0,1
	180°C	16,7±0,0	15,0±0,0	17,4±0,0	18,7±0,0
b*	220°C	25,0±0,0	26,8±0,0	22,4±0,0	16,4±0,0
	200°C	26,2±0,0	28,5±0,0	25,1±0,0	21,0±0,0
	180°C	25,2±0,0	28,8±0,0	25,2±0,0	23,0±0,0

Tabela 3.20: Valores de L*, a* e b* dos panados de peru antes da regeneração

L*	a*	b*
63,8± 0,0	11,8± 0,0	27,9± 0,0













Temperatura (°C)	4 minutos	8 minutos	15 minutos	30 minutos
220°C				
200°C				
180°C				

Figura 3.17: Aspecto dos panados de peru regenerados no forno em diferentes combinações de tempo e temperatura.

Os resultados mostram que os valores de L^* diminuíram de forma significativa com o aumento do tempo de regeneração, à medida que os panados foram ficando mais escuros, sendo esse aumento tanto mais acentuado quanto mais elevada foi a temperatura. Assim, o valor de L^* antes da regeneração, que era de 63,7 reduziu-se para 37,2 após regeneração de 30 minutos a 220 °C, tendo sofrido uma redução para apenas 45,8 quando a regeneração se processou durante o mesmo tempo mas a 180 °C. Tal como já referido para os *nuggets* também o escurecimento dos panados com o aumento do tempo e da temperatura de regeneração se pode relacionar com o aumento das reacções de escurecimento não enzimático cuja extensão se sabe ser dependente da temperatura (sendo tanto maior quanto maior a temperatura) e do teor em humidade (sendo tanto maior quanto menor for este teor). Desta forma, mais uma vez, faz sentido que tenha sido nas amostras sujeitas a temperatura mais elevada e que sofreram perdas mais acentuadas no teor de humidade que o escurecimento tenha também sido o mais acentuado. Quanto aos valores de a^* e b^* verificou-se um aumento entre o valor de a^* antes da regeneração e todos os valores após regeneração, tendo-se registado uma tendência para os valores de b^* diminuírem com as várias condições de regeneração.

Comparando com a regeneração nas condições aconselhadas na embalagem (8 minutos a 220 °C), também em relação à cor se verifica que quer a diminuição do tempo de regeneração a 220 °C de 8 para 4 minutos, quer a diminuição da temperatura para 200 ou para 180 °C não se traduzem em variações acentuadas desta característica dos panados de peru.

Foi igualmente avaliada a influência das diferentes temperaturas de regeneração no teor em gordura dos panados de peru. Esta análise foi igualmente efectuada separadamente para a crosta e para a massa (tabela 3.21), não tendo os resultados mostrado variações acentuadas deste parâmetro, nem em relação ao valor antes de regeneração ($7,7 \pm 1$ para a crosta e $3,0 \pm 1$ para a massa) nem entre as várias condições de regeneração. Foi, contudo possível verificar um teor em gordura bastante superior na crosta do que na massa, que se pode relacionar com o facto de ser esta a camada que absorve mais óleo durante o processo de fritura a que os panados foram sujeitos antes da congelação.

Tabela 3.21: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados no forno durante 8 minutos a diferentes valores de temperatura.

Temperatura (°C)	Crosta	Massa
220°C	8,4±0,5	2,1±0,2
200°C	8,7±0,0	4,0±0,5
180°C	8,6±1,1	3,6±0,0

Tabela 3.22: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados no forno durante 4, 8, 15 e 30 minutos a diferentes valores de temperatura.

4'	Inteiro	Crosta	Massa
220°C	83,3	31,3	52,1
200°C	83,1	28,2	54,9
180°C	87,0	29,4	57,7
8'			
220°C	98,2	40,1	58,2
200°C	96,4	38,2	58,2
180°C	93,3	35,5	57,7
15'			
220°C	76,0	31,0	45,1
200°C	72,1	28,8	43,3
180°C	85,0	32,3	52,6
30'			
220°C	56,9	29,6	27,3
200°C	63,3	29,7	33,7
180°C	67,7	27,6	40,1

Para avaliar a preferência dos consumidores sobre as várias hipóteses de regeneração testadas efectuaram-se duas provas sensoriais, cada uma delas com nove provadores. Na primeira manteve-se a temperatura padrão (220 °C) e fez-se variar o tempo em relação às condições padrão (8 minutos). Assim, compararam-se panados regenerados a 220 °C durante 8, 15 e 30 minutos (figura 3.18 e 3.19). Na segunda fixou-se o tempo igual ao padrão (8 minutos) e fez-se variar a temperatura, tendo-se testado panados regenerados a 180, 200 e 220 °C (figura 3.20 e 3.21). Os provadores classificaram os panados numa escala de 1 a 7 (1: desgosto totalmente; 2: desgosto muito; 3: desgosto moderadamente, 4: não gosto nem desgosto; 5: gosto moderadamente; 6: gosto muito; 7: gosto totalmente) e de 1 a 5 (1: pouco intenso; 2: moderadamente intenso; 3: intensidade média; 4: muito intenso; 5: extremamente intenso). Foi ainda perguntado aos provadores sobre a sua intenção de compra das amostras numa escala de 1 a 4 (1: não compraria de certeza, 2: provavelmente não compraria, 3: provavelmente compraria e 4: Compraria de certeza).

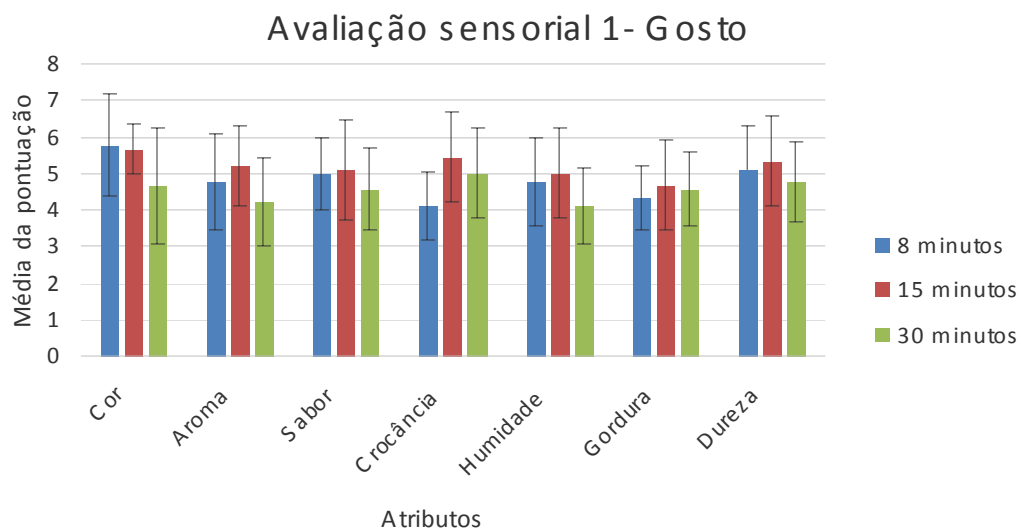


Figura 3.18: Avaliação sensorial dos panados de peru regenerados a 220 °C durante 8, 15 e 30 minutos.

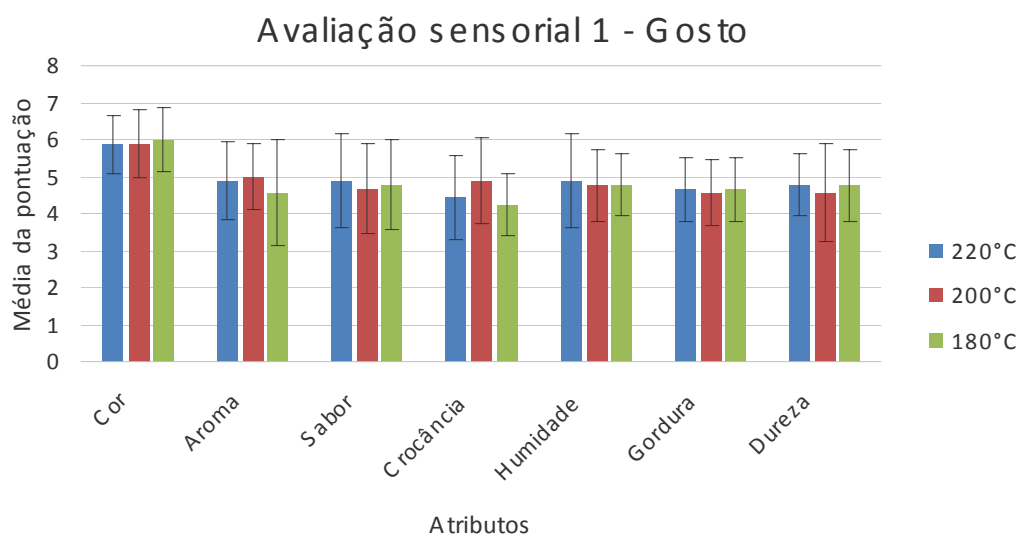


Figura 3.19: Avaliação sensorial dos panados de peru regenerados durante 8 minutos a 180, 200 e 220 °C.

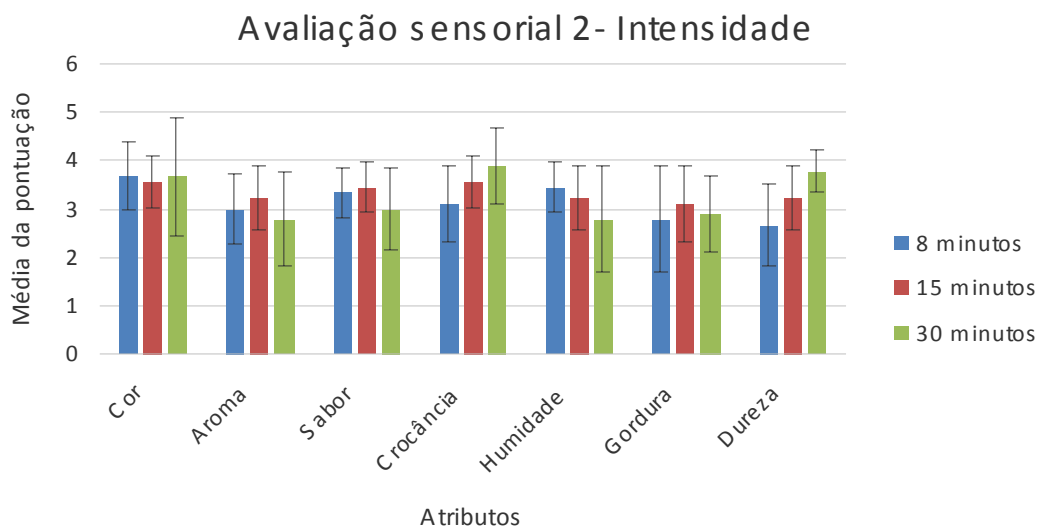


Figura 3.20: Avaliação sensorial da intensidade das características dos panados de peru regenerados a 220°C durante 8, 15 e 30 minutos.

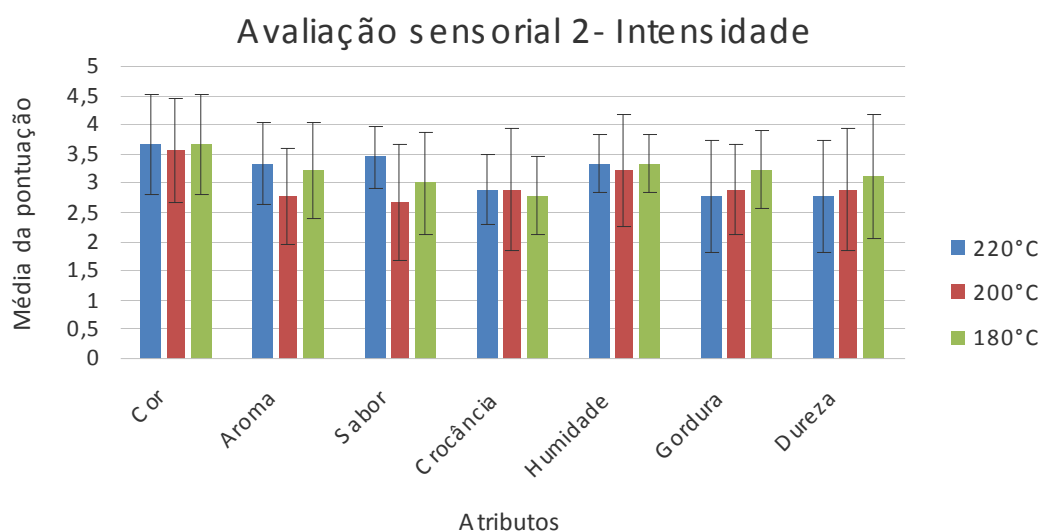


Figura 3.21: Avaliação sensorial da intensidade das características dos panados de peru regenerados durante 8 minutos a 180, 200 e 220°C.

Os resultados da avaliação sensorial mostraram que, de uma forma geral, todas as condições de regeneração originaram panados com pontuação positiva em todos os atributos avaliados (pontuação superior a 4) e em relação à intensidade todos os atributos avaliados apresentam de uma forma geral uma intensidade média (pontuação entre 2 e 4). De uma forma geral as pontuações foram semelhantes nas diversas condições ensaiadas, tendo-se apenas

destacado pela negativa nas características de cor, aroma e humidade os panados regenerados durante 30 minutos a 220 °C. Esta observação fica ainda mais visível quando se observam os resultados sobre a intenção de compra das amostras (tabela 3.23), onde os panados regenerados nestas condições foram a única das amostras analisadas a ter respostas de não compraria de certeza. Apesar de nas pontuações por atributos não se ter destacado, a amostra regenerada durante 8 minutos a 180°C foi a que obteve a melhor pontuação em termos de intenção de compra do produto com 11% dos provadores a escolher a opção compraria de certeza e 67% a escolher a opção provavelmente compraria.

Tabela 3.23: Intenção (%) de compra dos provadores dos panados sujeitos a diferentes condições de regeneração.

	220°C			8 minutos		
	8 '	15'	30'	180°C	200°C	220°C
Não compraria de certeza	0	0	11	0	0	0
Provavelmente não compraria	39	33	44	22	22	39
Provavelmente compraria	56	33	33	67	78	56
Compraria de certeza	6	33	11	11	0	6

3.4.2. Regeneração por fritura

Este ponto teve por objectivo avaliar o efeito de quatro diferentes tempos de fritura, nomeadamente 1, 2, 4 e 8 minutos a 180 °C em óleo 100% girassol no teor em humidade, gordura, cor e na aderência dos panados de peru. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência de cada panado de peru, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas. Os tempos e a temperatura de fritura foram estabelecidos tendo por base as condições de regeneração aconselhadas na embalagem, que são de 4 minutos a 180°C. Os panados foram separados em crosta e massa para avaliação do teor em humidade e de gordura (tabela 3.24).

Tabela 3.24: Teor em humidade (%) e de gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 6 minutos.

	<i>Crosta</i>				<i>Massa</i>			
	Tempo (minutos)				Tempo (minutos)			
	1	2	4	8	1	2	4	8
<i>Humidade</i>	31,6±3,8	28,9±2,5	28,4±2,2	20,1±0,4	63,1±0,9	62,2±1,4	54,4±0,3	54,8±0,9
<i>Gordura</i>	13,5±0,0	14,2±3,0	15,0±0,4	17,5±1,0	10,3±1,8	7,1±0,7	11,2±0,7	8,8±0,6

Tal como verificado com a regeneração no forno, também neste caso se verifica um teor de humidade mais reduzido e um teor de gordura mais acentuado na crosta do que na massa dos panados. Verificou-se, igualmente, uma diminuição significativa do teor em humidade, tanto ao nível da crosta como ao nível da massa dos panados, mostrando que com o aumento do tempo de fritura se verifica uma maior perda de água dos panados.

O teor em gordura sofreu um aumento acentuado com a regeneração por fritura em todas as condições ensaiadas. Com efeito, quando se comparam os teores em gordura antes (7,70% para a crosta e 3,04% para a massa) e após o processo de regeneração é possível verificar que o teor em gordura dos panados duplicou ou aumentou ainda mais do que o dobro. Foi ainda possível verificar que ao nível da crosta o teor em gordura foi aumentando com o aumento do tempo de fritura, mostrando que o aumento do tempo de fritura leva a que ocorra uma maior absorção de óleo.

Relativamente ao peso (tabela 3.25) observou-se que os pesos dos panados diminuíram com o aumento do tempo de fritura, essencialmente devido à diminuição do peso da massa. Os panados regenerados a 8 minutos a 180 °C foram os que perderam mais peso, apesar da crosta ter o peso mais elevado que os restantes valores.

Tabela 3.25: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 8 minutos.

<i>180°C</i>	<i>Inteiro</i>	<i>Crosta</i>	<i>Massa</i>
<i>1'</i>	90,8	30,6	60,1
<i>2'</i>	86,8	28,5	58,3
<i>4'</i>	68,5	28,8	39,8
<i>8'</i>	64,5	32,8	31,7

O estudo do efeito dos diferentes tempos de fritura na cor dos panados (Tabela 3.26 e Figura 3.21) mostrou um escurecimento dos panados com o aumento do tempo de fritura que foi perceptível quer através da avaliação visual (Figura 3.22), quer da observação da diminuição dos valores de L* (tabela 3.26). No caso da regeneração por fritura foi possível

verificar, igualmente, uma diminuição dos valores de b^* (deslocamento para a zona do azul) e uma tendência para o aumento dos valores de a^* (deslocamento para o vermelho) como consequência do aumento do tempo de fritura.

Tabela 3.26: Valores de L^* , a^* e b^* dos panados de peru antes de serem regenerados (tempo 0) e depois de serem regenerados por fritura a 180°C durante 1, 2, 4 e 8 minutos.

	Tempo (minutos)				
	0	1	2	4	8
L^*	63,8±0,0	49,6 ±0,0	47,7 ±0,0	29,8±0,1	23,9±0,0
a^*	11,8± 0,0	15,6±0,0	14,9±0,0	16,0±0,1	11,4±0,0
b^*	27,9± 0,0	24,4 ±0,0	23,0±0,0	12,1±0,0	7,0±0,0



Figura 3.22: Aspecto dos panados de peru após sofrerem regeneração por fritura a 180 °C durante 1, 2, 4 e 8 minutos.

Comparando o processo de regeneração em forno com o de fritura, ambos nas condições aconselhadas na embalagem, pode concluir-se que da regeneração por fritura resulta um produto com um teor de gordura muito superior quer ao nível da crosta, quer ao nível da massa, um teor em humidade mais reduzido e uma cor muito mais escura.

3.4.3. Regeneração em micro-ondas

Neste ponto do estudo avaliou-se as características de humidade, gordura, cor e aderência dos produtos obtidos por regeneração em micro-ondas a 900W durante 2 e 3 minutos na presença e na ausência de água. Após cada regeneração foi avaliado o parâmetro de aderência de cada panado de peru, e deste modo podemos afirmar que a aderência foi igual para todas as regenerações efectuadas. Os resultados obtidos (Tabela 3.27, Tabela 3.28 e Figura 3.23) mostram que com este tipo de regeneração se obtêm panados com um teor em humidade da crosta superior à maioria dos anteriormente obtidos. Não se verificando diferenças significativas ao longo do tempo e entre a presença ou a ausência de água em relação à crosta, excepto no tempo de 2 minutos com água em relação ao tempo de 3 minutos com água. Relativamente à massa, não apresentam diferenças significativas ao longo do tempo e entre a presença ou a ausência de água, excepto no tempo de 2 minutos sem água em relação ao tempo de 2 minutos com água. Em relação à cor foi possível verificar que a extensão do tempo de 2 para 3 minutos levou a um aumento do escurecimento do produto, ficando, mesmo assim com uma tonalidade mais clara do que a obtida nas anteriores técnicas de regeneração ensaiadas.

Tabela 3.27: Teor em humidade (%) e cor dos panados de peru regenerados em micro-ondas

Temperatura (°C)	Crosta			Massa		
	Com água		Sem água	Com água		Sem água
	2 minutos	3 minutos	2 minutos	2 minutos	3 minutos	2 minutos
Humidade	39,9±0,6	43,0±0,7	40,0±1,1	65,2±0,8	62,0±1,3	60,3±0,6
L*	44,9±0,1	50,2±0,0	45,8±0,2			
a*	13,5±0,1	17,6±0,1	14,6±0,1			
b*	22,3±0,0	25,2±0,0	22,5±0,2			



Figura 3.23: Aspecto dos panados de peru após sofrerem regeneração por micro-ondas.

Tabela 3.28: Teor em gordura (%) da crosta e da massa dos panados de peru regenerados em micro-ondas

Potência (w)	Crosta			Massa		
	Com água		Sem água	Com água		Sem água
	2 minutos	3 minutos		2 minutos	3 minutos	
900 W	8,8±0,0	9.85±1	10,0±0,0	4,2±0,5	4.36±1	7,8±1,0

Em relação à gordura, não se destacam diferenças significativas ao longo do tempo e entre a presença ou a ausência de água em relação à crosta, excepto no tempo de 2 minutos sem água em relação ao tempo de 2 minutos com água. Relativamente à massa, verificou-se um aumento significativo do teor em gordura na amostra regenerada na ausência de água.

Relativamente ao peso (tabela 3.29), observou-se que os panados regenerados durante 2 minutos com água, e particularmente a sua massa, apresentaram um peso superior relativamente aos restantes.

Tabela 3.29: Peso (g) dos panados de peru inteiro, da crosta e da massa regenerados por micro-ondas.

900 W	Inteiro	Crosta	Massa
2` sem água	70,0	26,8	43,3
2` com água	79,9	28,9	51,0
3` com água	75,9	31,7	44,4

Capítulo 4 – Conclusão

Com a realização deste trabalho foi possível concluir que na regeneração dos produtos panados o aumento do tempo e da temperatura de regeneração em forno leva a uma diminuição da humidade da crosta e a um escurecimento do produto. Em relação à regeneração por fritura verificou-se que o aumento do tempo de fritura leva a uma diminuição do teor em humidade, tanto ao nível da crosta como ao nível da massa e a um aumento do escurecimento e do teor em gordura da crosta. Comparando o processo de regeneração em forno com o de fritura, ambos nas condições aconselhadas na embalagem, pode concluir-se que da regeneração por fritura resultam produtos com um teor de gordura muito superior quer ao nível da crosta, quer ao nível da massa, um teor em humidade mais reduzido e uma cor muito mais escura. A regeneração em micro-ondas apresenta a vantagem da rapidez e facilidade na execução. Contudo, neste tipo de regeneração os produtos resultantes apresentam-se húmidos e com ausência de crocância. Das várias condições de regeneração em forno ensaiadas as que mostraram melhores intenções de compra por parte dos provadores foram a regeneração a 220 °C durante 10 minutos, no caso dos *nuggets*, e 8 minutos a 180 °C, no caso dos panados de peru. Uma vez que estas não são as condições de regeneração aconselhadas na embalagem, os resultados obtidos apontam no sentido de poder ser vantajoso trocar a informação da embalagem. Dos vários atributos analisados a crocância foi aquele onde os *nuggets* regenerados nas condições que mais agradaram aos provadores mais se distanciaram das restantes amostras em análise. Desde modo, conclui-se que a crocância é um dos atributos que mais influencia a intenção de compra do produto. É importante salientar que o painel de provadores utilizados não era um painel treinado e, na faculdade, tivemos apenas o interesse em averiguar a opinião de um painel que pudesse transmitir a opinião dos consumidores em relação a estes produtos.

A velocidade a que ocorre a congelação dos *nuggets* de frango pode influenciar diretamente a qualidade do produto. Desta forma, avaliou-se o efeito que a existência de um período de arrefecimento, de 15 e de 30 minutos, antes do início da congelação, tem nos *nuggets* de frango após regeneração por aquecimento em forno a 200 °C, durante 10 minutos (condições de regeneração aconselhadas na embalagem). Esta avaliação permitiu concluir que embora não se detectem grandes diferenças nas análises físico-químicas realizadas, a nível da avaliação pelos provadores verificaram-se diferenças bastante evidentes, com os *nuggets* com maior período de arrefecimento (T30) a destacarem-se pela crocância, humidade, gordura e sabor. Esta melhor aceitação dos *nuggets* T30 foi igualmente confirmada pelas respostas obtidas à questão sobre a intenção de compra, uma vez que a intenção de compra dos *nuggets* T30 quase que duplicou em relação à intenção de compra do padrão.

Testaram-se ainda cinco novas formulações para a cobertura, as formulações com gelatina foram aquelas que pareceram mais promissoras tendo em conta a intenção de compra do produto por parte dos provadores. Contudo, o padrão ainda conseguiu ser a amostra com mais intenções de compra positivas (soma das respostas provavelmente compraria e compraria de certeza) pelo que a implementação das novas formulações não parece traduzir uma melhoria significativa no produto, pelo menos em termos sensoriais.

Capítulo 5 – Bibliografia

- Alvarenga, N., Canada, J., Sousa, I. (2011). Effect of freezing on the rheological chemical and Colour properties of Serpa Cheese. *Journal of Dairy Research*. 78, 80-87.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis. Agricultural Chemicals; Contaminants; Drugs. Volume I, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, EUA
- Akinbode A. Adedeji, Michael, O., Ngadi, Raghavan, G.S.V. (2009). Kinetics of mass transfer in microwave precooked and deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*. 91, 146-153.
- Albert, A., Perez-Munuera, I.A., Quiles, Salvador, A., Fiszman, S.M., Hernando, I. (2009). Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. *Food Hydrocolloids*. 23, 1443-1448.
- Albert, A., Salvador, A., Fiszman, S.M. (2012). A film of alginate plus salt as an edible susceptor in microwaveable food. *Food Hydrocolloids*. 27, 421-426.
- Albert, Á., Salvador, A., Hough, G., Fiszman, S. (2014). Influence of Outer Layer Formulation on the Sensory Properties of Microwaved Breaded Nuggets. *International Journal of Food Propertie*. 17, 829-841.
- Altamirano-Fortoul, R., Hernando, I., Rosell, C.M. (2013). Texture of Bread Crust: Puncturing Settings Effect and its Relationship To Microstructure. *Journal of Texture Studies*. 44, 85-94.
- Brannan. R. G., Mah, E., Schott, M., Yuan, S., Casher, K. L., Myers, A., Herrick, C. (2014). Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods. *European journal of science and technology*, 116, 240-254.
- Breuil D. (2001). Fundamentals of batter systems. AACC short course on Batter and Breeding Technology. Leuven, Belgium.
- Byrne, D. V., Bredie, W. L. P., Mottram, D. S., Martens, M. (2002). Sensory and chemical investigations on the effect of oven cooking on warmed-over flavour development in chicken meat. *Meat science*. 61, 127-139.
- Chen, H.H., Kang, H.Y., Chen, S.D. (2008). The effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. *Journal of Food Engineering*. 88, 45-54.
- Chen, L., Opara, U.L. (2013). Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. *Journal of Food Engineering*. 119, 497-507.
- Fiszman, S.M., Salvador, A. (2003). Recent developments in coating batters. *Food Science & Technology*. 14, 399-407.

Gondek, E., Jakubczyk, E., Herremans, E., Verlinden, B., Hertog, M., Vandendriessche, T., Verboven, P., Antoniuk, A., Bongaers, E., Estrade, P., Nicolaï, B.M. (2013). Acoustic, mechanical and microstructural properties of extruded crisp bread. *Journal of Cereal Science*. 58, 132-139.

Mallikarjunan, P. K., Ngadi, M. O., Chinnan, M. S. (2010). *Breaded fried foods*, CRC press Taylor & Francis group, Boca Raton, FL, EUA.

Miranda, J.M., Martínez, B., Pérez, B., Antón, X., Vázquez, B.I., Fente, C.A., Franco, C.M., Rodríguez, J.L., Cepeda, A. (2010). The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. *LWT - Food Science and Technology*. 43, 1271-1276.

Kamleh, R., Olabi, A., Toufeili, I., Najm, N.E.O, Younis, T. & Ajib, R. (2012). The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. *Journal of Dairy Science*. 95, 1140-1151.

Kumar Mallikarjunan, P., Michael, Ngadi O., Manjeet, Chinnan S. (2010). *Breaded Fried Foods*. CRC press. Taylor & Francis Group. 8, 125-143.

Loewe, R. (1990). Ingredient selection for batter systems. In K. Kulp, & R. Loewe (Eds.), *Batters and Breadings in Food Processing* (pp. 11–28). San Pablo, MA: American Association of Cereal Chemists.

Olewinik, M., & Kulp, K. (1993). Factors influencing wheat flour performance in batter systems. *Cereal Foods World*, 38 (9), 679-684.

Primo-Martín, C., Sözer, N., Hamer, R.J., Van Vliet, T. (2009). Effect of water activity on fracture and acoustic characteristics of a crust model. *Journal of Food Engineering*. 90, 277-284.

Piqueras-Fiszman, B., Varela, P., Fiszman, S. (2013). How Does the Science of Physical and Sensory Properties Contribute to Gastronomy and Culinary Art?. *Journal of Culinary Science & Technology*. 11, 96-109.

Pereira, S. L. D. (2010). Qualidade comparada da congelação de géneros alimentícios por processo criogénico, por meio de azoto líquido e por anídrico carbónico. ISEL.

Saguy, I.S., Dana, D. (2003). Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of Food Engineering*. 56, 143-152.

Salvador, A., Sanz, T., Fiszman, S.M. (2008). Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. *Food Hydrocolloids*. 22, 1062-1067.

Soyer, A., Özalp, B., Dalmış, Ü., Bilgin, V. (2010). Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat, *Food chemistry*, 120, 1025-1030.

Teruel, M.R., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., Linares, M.B., Garrido, M.D. (2014). Use of vacuum-frying in chicken nugget processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 26, 482-489.

Varela, P., Salvador, A., Fiszman, S. M. (2008). Methodological developments in crispness assessment: Effects of cooking method on the crispness of crusted foods. *LWT - Food Science and Technology*. 41, 1252-1259.

WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916, Geneva, Switzerland.

Anexo I - Folhas de prova

Data_____ Amostra_____

Sexo ☐ M ☐ F

Por favor, avalie a amostra, utilizando a escala seguinte para descrever o quanto gostou ou desgostou dos *nuggets*.

- 1 – Desgosto totalmente
- 2 – Desgosto muito
- 3 – Desgosto moderadamente
- 4 – Não gosto, nem desgosto
- 5 – Gosto moderadamente
- 6 – Gosto muito
- 7 – Gosto totalmente

Cor	1	2	3	4	5	6	7
Aroma	1	2	3	4	5	6	7
Sabor	1	2	3	4	5	6	7
Crocância	1	2	3	4	5	6	7
Humidade	1	2	3	4	5	6	7
Gordura	1	2	3	4	5	6	7
Dureza	1	2	3	4	5	6	7

Por favor, avalie a amostra em relação à intensidade dos atributos abaixo indicados de acordo com a seguinte escala

- 1 – Pouco intenso
- 2 – Moderadamente intenso
- 3 – Intensidade média
- 4 – Muito intenso
- 5 – Extremamente intenso

Cor	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Crocância	1	2	3	4	5
Humidade	1	2	3	4	5
Gordura	1	2	3	4	5
Dureza	1	2	3	4	5

Por favor, assinale agora a sua intenção de compra da amostra

Não compraria de certeza	
Provavelmente não compraria	
Provavelmente compraria	
Compraria de certeza	

Comentários_____

Muito Obrigada pela sua participação!

Folha de Prova de Análise Sensorial

Sexo: F ☐ M ☐

Classifique os seguintes parâmetros quanto ao Padrão:

Amostra: _____

COR

1 - Muito menos escuro 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais escuro

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

HUMIDADE

1 - Muito menos húmido 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais húmido

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

AROMA

1 - Muito menos aromático 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais aromático

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

GOSTO

1 - Muito menos intenso 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais intenso

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

CROCÂNCIA

1 - Muito menos crocante 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais crocante

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

INTENÇÃO DE COMPRA DA AMOSTRA

☐ Não compraria de certeza
☐ Provavelmente não compraria
☐ Provavelmente compraria
☐ Compraria de certeza

INTENÇÃO DE COMPRA DO PADRÃO

☐ Não compraria de certeza
☐ Provavelmente não compraria
☐ Provavelmente compraria
☐ Compraria de certeza

DUREZA

1 - Muito menos duro 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais duro

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

GORDURA

1 - Muito menos gordurosa 2 3 4 - Igual 5 6 7 - Muito mais gordurosa

Melhor que o padrão? ☐
Pior que o padrão? ☐

Obs: _____

OBRIGADA!